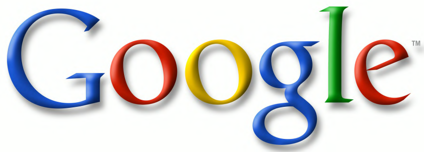


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

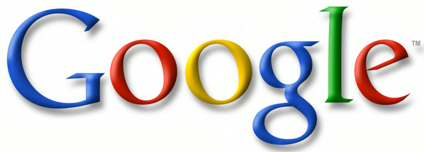
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

GIFT OF

GEORGE C. MAHON, Esq.,

TO THE LIBRARY OF THE

UNIVERSITY OF MICHIGAN.

~~14.2.~~
T
5
.A6





32474

L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

OU

EXPOSÉ ANNUEL DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES, DES INVENTIONS
ET DES PRINCIPALES APPLICATIONS DE LA SCIENCE
A L'INDUSTRIE ET AUX ARTS, QUI ONT ATTIRÉ L'ATTENTION PUBLIQUE
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

PAR

LOUIS FIGUIER

DEUXIÈME ANNÉE

PARIS
LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET Cie
RUE PIERRE-SARRAZIN, N° 14

1858

Droit de traduction réservé

L'ANNÉE
SCIENTIFIQUE
ET INDUSTRIELLE.

I

ASTRONOMIE.

1

La comète du 13 juin.

Un monde près de nous a passé tout du long,
Est chu tout au travers de notre tourbillon,
Et s'il eût, en chemin, rencontré notre terre,
Elle eût été brisée en morceaux, comme verre[1].

On se ferait difficilement l'idée de l'émoi général qu'a jeté dans le monde, pendant les premiers mois de 1857, la maladresse ou la légèreté du journaliste coupable de l'article dans lequel on annonçait, d'après « un astronome allemand, » l'apparition d'une comète qui, le 13 juin, devait choquer la terre et amener la fin du monde. Cette étrange nouvelle, répétée par tous les échos, grands et

1. Molière, *les Femmes savantes*, acte IV, scène III.

petits, de la publicité, se répandit dans l'Europe entière, comme si le télégraphe électrique lui eût servi de rapide et d'universel messager. Elle devint l'objet de toutes les conversations; on en parlait dans les salons du grand monde comme sur la place publique; dans le cabinet de l'homme d'État comme dans l'atelier de l'ouvrier; on en parlait en prose et en vers, en chansons et en complaintes,

De Paris au Pérou, du Japon jusqu'à Rome.

On en parlait tant, et en des lieux si divers, que nous ne pouvons nous dispenser d'en parler, à notre tour, dans cette revue des faits scientifiques de l'année 1857.

Qu'y avait-il, nous ne dirons pas seulement de vrai ni même de vraisemblable, mais de sensé, dans l'annonce qui, pendant six mois, a rempli toutes les têtes et agité toutes les langues, relativement à la comète prédite pour le 13 juin? Rien, absolument rien.

Et d'abord, quel est le nom de l'astronome allemand qui avait prévenu le monde de sa fin prématurée? L'astronome ou le prophète de malheur dont il s'agit, c'était Matthieu Lænsberg. Mais Matthieu Lænsberg n'était ni allemand ni astronome, il était belge et chanoine de Liége; son seul titre de gloire est d'avoir composé le premier almanach liégeois.

Maintenant, quelle était la comète annoncée? S'agissait-il d'une comète nouvelle? ou bien était-ce une comète déjà observée?

Une comète encore inconnue ne saurait être prédite; pour annoncer l'apparition d'un tel corps, il faut être prophète ou fou. Il est permis à certaines personnes de croire que l'astronome allemand était prophète; seulement, au point de vue de la raison, c'était la pire de toutes les crédulités, c'était une faiblesse d'esprit dont on aurait dû rougir. Aussi la comète prédite n'était-elle pas

présentée comme une apparition nouvelle. On s'accordait à faire porter cette prédiction néfaste sur la comète qui a reçu le nom de *comète de Charles-Quint*. Mais les détails dans lesquels nous allons entrer montreront suffisamment qu'il fallait être étranger aux notions de l'astronomie pour oser prédire à un jour fixe la réapparition de cet astre.

La comète dont la réapparition était annoncée porte aussi le nom de *comète de* 1556. C'est en effet à cette époque que fut aperçu dans le ciel un astre, qui fut considéré comme identique à la comète qui s'était montrée en 1264, et qui revenait après avoir accompli sa révolution dans un intervalle de 292 années. Sa vue porta l'épouvante dans toute l'Europe. Dans la crainte des malheurs qu'elle semblait présager, Charles-Quint déposa la couronne de l'empire et se fit pénitent du monastère de Iuste, en Estramadure.

Ce grand corps céleste apparut au commencement du mois de mars de l'année 1556 ; il se trouvait alors dans la constellation de *la Vierge*. Il n'était pas aussi brillant qu'à sa première apparition en 1264; cependant tous les écrivains du XVIe siècle déclarent qu'ils n'avaient jamais vu un astre chevelu d'un tel éclat ni d'une telle grandeur. La comète traversa la *Vierge*, le *Navire*, et se rapprocha des constellations polaires jusqu'à *Céphée*; vers la troisième semaine d'avril, elle disparut subitement dans la constellation de *Cassiopée*.

Le célèbre disciple de Luther, Mélanchthon, l'un des plus éminents auteurs de la réformation religieuse de l'Allemagne, écrivait dans ses *Annales*, à la date de 1556 :

« Le 5 mars, nous avons aperçu ici une comète située dans la constellation de la Vierge, près de l'étoile que les Grecs nommaient *Protrygetera* (c'est-à-dire l'*Épi*). En ce moment, les planètes Saturne, Mars et Vénus étaient en conjonction avec le Soleil dans le Bélier. La comète prenait de midi à minuit

sa direction vers ce point, et elle tournait ensuite vers l'Est non loin du Bélier. Elle avait, ainsi que nous avons pu le constater, une marche très-rapide de l'Épi de la Vierge à Arcturus et de Céphée à Andromède. Enfin, elle arriva à l'endroit de son orbite le plus rapproché du Soleil, lorsque cet astre était encore avec Saturne, Mars et Vénus dans le Bélier. Mais à peine eut-elle passé près du Soleil, que nous cessâmes de l'apercevoir ; elle n'avait été visible pour nous que trente-six jours. Cette comète, ainsi que nous l'avons appris, a été vue dans toute l'Europe et dans l'Asie Mineure. Pour sa position et pour sa marche, elle était presque identiquement semblable à celle qui parut avant la mort de Charles, duc de Bourgogne, et de Mahomet, empereur des Turcs (la comète de 1456), et qui a été décrite par Regiomontanus. »

Si l'on s'en rapporte aux astronomes de la Chine, la comète de 1556 aurait été visible plus longtemps dans ce pays qu'en Europe. Les astronomes chinois assurent que cette comète, qui fut observée par eux pour la première fois le 1er mars, dans la constellation de la *Vierge*, un peu au-dessus de l'équateur, et qui se montra à son périhélie le 22 avril, resta visible jusqu'au 10 mai. Cet astre se tenait, dit-on, à une distance d'environ 700 000 lieues de l'orbite terrestre.

Paul Fabricius, astronome de Charles-Quint à la cour de Vienne, nous a laissé une carte grossière et approximative de la marche de cette comète. Cette carte avait été dressée sur des observations poursuivies du 4 au 10 mars 1556.

La plupart des astronomes modernes, sauf quelques rares dissidents, s'accordent à considérer la comète de 1556 comme la même qui s'était montrée en 1264 ; c'est en raison de cette identité qu'on lui attribue une période de révolution de 292 ans, ce qui conduit à fixer son retour vers notre époque. C'est le célèbre cométographe Pingré qui, en se fondant sur les travaux antérieurs relatifs à la comète de 1556, a réuni les éléments sur lesquels Lalande,

et avec lui beaucoup d'autres astronomes, se fondèrent pour annoncer son retour vers 1848.

Dans la première quinzaine de février 1848, le bruit se répandit que M. Hind, astronome de Londres, avait découvert la comète de Charles-Quint dans le pied occidental du *Serpentaire*. On prétendit ensuite qu'elle avait été aperçue le 10 février dans la *Voie lactée*, tout près de la *Queue du serpent;* plus tard enfin, c'est dans les *Genoux d'Antinoüs* qu'on assurait l'avoir vue. Cependant tous ces bruits furent reconnus sans fondement, et il fut établi que la comète annoncée pour 1848 n'avait fait son apparition nulle part.

Cette défection de l'astre depuis si longtemps attendu était un fait trop important pour que les astronomes ne s'en préoccupassent point d'une manière sérieuse. Dès la fin de l'année 1848, des recherches furent entreprises pour découvrir les causes de ce retard, et fixer avec toute précision l'orbite de la comète de Charles-Quint. Un astronome hollandais, M. Bomme, de Middelbourg, en Zélande, reconnut le premier que, dans la détermination de l'orbite de cette comète, que l'on avait fixée à 292 ans, on n'avait pas tenu compte des perturbations qu'elle avait subies dans sa marche depuis 1264, et, plus récemment, depuis 1556. M. Bomme entreprit courageusement le grand travail qui consistait à recommencer toutes les opérations faites précédemment sur l'identité des deux comètes de 1264 et de 1556, sur les attractions de cette comète par les quatre grands corps célestes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, et même par les autres planètes, Mars, la Terre et Vénus. Ces calculs, d'une complication effrayante, furent, en peu de temps, menés à bon terme par l'astronome hollandais.

En rectifiant les principales données admises jusqu'à ce jour sur la comète de Charles-Quint, et tenant rigoureusement compte des perturbations que lui font éprouver les

diverses attractions planétaires, M. Bomme a fait voir clairement que cette comète n'aurait pu apparaître à notre vue dès l'année 1848. Il a fixé son retour au mois d'août 1858. Cependant, M. Bomme, faisant la part des causes de perturbations indéterminées, a reconnu dans ses calculs la possibilité d'une erreur de deux ans, en plus ou en moins. Il résulte de là que la comète de Charles-Quint, qui aurait pu apparaître au mois d'août 1856, pourrait bien se faire attendre jusqu'en août 1860. D'après les calculs de l'astronome de Middelbourg, nous avons donc encore devant nous, à partir de janvier 1858, un intervalle de deux ans et demi, pendant lesquels la comète peut se montrer, sans que l'on puisse d'ailleurs fixer un jour plutôt qu'un autre pour son apparition dans cet espace de temps.

On voit suffisamment, d'après cet exposé rapide de l'histoire de la comète de Charles-Quint, que lorsqu'on avait prédit pour une date et un jour fixe, c'est-à-dire pour le 13 juin 1857, la venue de cette comète, on faisait une supposition plus que gratuite. Quant à la possibilité d'un conflit quelconque entre cette comète et notre globe, comme l'astre dont il s'agit est incliné de plus de 30° sur l'écliptique, et qu'il passe à une distance de sept cent mille lieues de notre globe, les cœurs timides avaient de quoi se rassurer.

En 1857, pendant les préoccupations qu'entretenait dans l'esprit du public l'idée de l'apparition de la comète, on a beaucoup disserté dans les journaux de toute nature sur la question, si souvent traitée, des dangers que les comètes peuvent faire courir à notre globle, et discuté, sous bien des formes, le fait théorique de la possibilité générale du choc d'une comète contre la terre. Dans sa belle *Astronomie populaire*, Arago a dit tout ce qu'il y a de plus raisonnable à avancer à cet égard, et les paroles de l'il-

lustre astronome ne doivent pas manquer d'être citées à cette occasion.

Arago a calculé les chances qui peuvent exister pour le choc d'une comète contre la terre, en considérant à part le choc par le noyau de la comète, et celui qui pourrait résulter de la masse fluide qui l'entoure ou la termine, et qui porte le nom de *queue*.

« Pour le choc par le noyau de la comète, dit Arago, le seul qui puisse bouleverser la terre, nous avons trouvé une chance fâcheuse sur 281 millions de chances favorables. Pour le choc par les nebulosités, les chances défavorables seraient de 10 ou 20 sur 281 millions. Admettons un moment que les comètes qui viendraient heurter la terre par le noyau anéantiraient l'espèce humaine tout entière ; alors le danger de mort qui résulterait pour chaque individu de l'apparition d'une comète inconnue serait exactement égal à la chance qu'il courrait s'il n'y avait dans une urne, qu'une seule boule blanche sur un nombre total de 281 millions de boules, et que sa condamnation à mort fût la conséquence inévitable de la sortie de cette boule blanche au premier tirage.

« Tout homme qui consent à faire usage de sa raison, quelque attaché à la vie qu'il puisse être, se rira d'un si faible danger ; eh bien ! le jour qu'on annonce une comète, avant qu'elle ait été observée, avant qu'on ait pu déterminer sa marche, elle est, pour chaque habitant de notre globe, la boule blanche de l'urne dont je viens de parler [1]. »

Bien que les comètes occupent dans les cieux un espace immense et qui surpasse des millions de lieues, cependant, par suite de l'absence de toute atmosphère dans ces régions (ce qui a pour effet de permettre aux fluides qui les constituent de se raréfier d'une manière infinie), la masse de ces corps est en réalité réduite aux proportions les plus faibles. C'est ce qu'un grand nombre d'astronomes ont depuis longtemps établi.

1. *Astronomie populaire*, t. II, p. 446, 447.

Laplace s'exprime en ces termes au sujet de ce fait important, qui surprend au premier aperçu, mais qu'un peu de réflexion rend très-acceptable :

« Quoique les dimensions des queues de comètes soient de plusieurs millions de myriamètres, cependant, elles n'affaiblissent pas sensiblement la lumière des étoiles que l'on observe au travers; elles sont donc d'une rareté extrême, et leurs masses sont probablement inférieures à celle des plus petites montagnes de la terre. Elles ne peuvent ainsi, par leur rencontre avec elle, produire aucun effet sensible, et il est probable qu'elles l'ont plusieurs fois enveloppée sans avoir été aperçues[1]. »

Aussi plusieurs comètes ont-elles passé dans la proximité de certaines planètes sans y produire la moindre influence physique.

« La comète de 1770, dit Delambre, a passé entre Jupiter et ses satellites, et n'a causé aucune perturbation sensible. Ainsi les comètes, même pour les astronomes, ne sont guère que des objets de curiosité. »

Sir John Herschel est allé beaucoup plus loin; il dit en termes exprès :

« La queue d'une grande comète, autant que nous pouvons nous en faire une idée, se compose d'un petit nombre de livres de matière, peut-être même seulement de quelques onces. »

Que pourrait-on avoir à redouter du choc d'un corps dont la masse est si insignifiante ?

Nous ajouterons enfin que M. Babinet qui a été conduit à traiter la même question, par suite des préoccupations du public à ce sujet, en 1857, est allé jusqu'à dire, en exagérant peut-être, mais en restant au moins très-près de la vérité : « La terre, en choquant une comète, ne serait pas plus ébranlée dans sa stabilité qu'un convoi im-

1. *Système du Monde*, t. VI, p. 44.

mense sur un chemin de fer ne l'est de la rencontre d'une mouche. »

Dans un premier travail, M. Babinet avait déclaré que ces astres en général ne sont que des *riens visibles*. Le mot a eu du succès parce qu'il était heureux et juste. Ainsi encouragé, M. Babinet a voulu aller plus loin encore, et prouver que les comètes sont *moins que rien*. Nous allons donner une idée du moyen ingénieux de comparaison et de déductions employé par M. Babinet pour justifier cette proposition.

M. Babinet s'est proposé d'établir ce fait, que nous énoncerons d'avance, pour en donner ensuite la démonstration présentée par ce physicien :

1° Une lame d'air de 1 millimètre seulement d'épaisseur, transportée dans la région parcourue par une comète et éclairée par le soleil, serait beaucoup plus brillante que la comète.

2° Une comète aussi grosse que la terre ne pèse pas plus de 30 000 kilogrammes, c'est-à-dire pas plus que ne pèsent 30 mètres cubes d'eau.

Pour arriver à démontrer ces curieuses propositions, M. Babinet part de ce fait fondamental, bien constaté par des observations répétées, que l'interposition d'une comète n'arrête point la lumière des étoiles, et qu'à travers sa masse, les étoiles de dixième et onzième grandeur, et même au-dessous, sont vues sans aucune déperdition de leur éclat.

Parmi les observateurs qui ont fréquemment constaté ce fait optique, se trouvent MM. Herschell, Piazzi, Bessel, Struve et Hind. La comète de 1828, par exemple, formait un globe d'environ 125 000 lieues de diamètre, et M. Struve vit, au travers de sa partie centrale, une étoile de onzième grandeur sans que l'on pût noter une diminution dans l'éclat lumineux de cette étoile. Ainsi l'interposition d'une comète éclairée par le soleil n'affaiblit pas

sensiblement l'éclat de l'étoile devant laquelle elle forme un rideau lumineux.

La physique nous a appris, grâce à l'emploi des moyens photométriques, que, lorsque deux foyers lumineux brillent simultanément, il faut que le plus faible possède une intensité soixante fois inférieure à l'autre pour n'être plus visible, c'est-à-dire pour disparaître devant l'éclat de la lumière voisine. D'après ce résultat, le rideau lumineux que forme la comète placée devant une étoile n'a pas le *soixantième* de l'éclat de l'étoile, car sans cela la lumière de cette étoile eût été éteinte par celle de la comète. Ainsi on peut admettre tout au plus qu'une comète égale en éclat lumineux le soixantième de celui de l'étoile.

Pour égaler celui de l'étoile et le faire disparaître, l'éclat lumineux de la comète devrait donc devenir soixante fois plus fort, c'est-à-dire 3600 fois; donc, il faut un éclat 3600 fois plus grand que celui qui est propre à la comète, pour faire disparaître une étoile de onzième grandeur. Et comme, d'après les données de l'observatoire d'Oxford, recueillies et discutées particulièrement par M. Pogson, une étoile de onzième grandeur est 250 fois moins brillante qu'une étoile de cinquième, il faudrait prendre 250 fois 3 600 fois l'éclat de la comète pour faire disparaître une étoile de cinquième grandeur, ce qui fait un tout de 900 000 fois.

Il est établi que le clair de lune, c'est-à-dire notre atmosphère éclairée par la lune, fait disparaître toutes les étoiles au-dessous de la quatrième grandeur. Ainsi, l'atmosphère illuminée par la pleine lune acquiert assez d'éclat pour rendre invisibles les étoiles de cinquième grandeur et au-dessous. Cette atmosphère, éclairée par la lune, est donc 900 000 fois plus brillante que la masse de la comète qui est en plein soleil dans le ciel. Le plein soleil ayant été évalué par Wollaston à 800 000 fois la pleine

lune, il est évident que notre atmosphère, illuminée par le soleil, serait 800 000 fois 900 000 fois plus brillante que la comète; ce qui fait 720 000 000 000, c'est-à-dire sept cent vingt milliards de fois.

M. Babinet cherche ensuite à établir quelle peut être la densité des comètes; en d'autres termes, à quelle densité il faudrait réduire l'air de notre atmosphère pour qu'il arrivât au degré de ténuité propre au milieu cométaire. Par des considérations analogues aux précédentes, il arrive à ce résultat qu'une comète ne peut être assimilée qu'à un air qui serait dilaté de manière à occuper un volume de 45 millions de milliards de fois plus grand. C'est un degré de ténuité que l'on a de la peine à concevoir, car il tombe dans l'infini.

Il résulte de ces considérations que la masse aussi bien que la densité d'une comète sont infiniment petites, de telle sorte que, selon M. Babinet, l'on peut dire, sans aucune hypothèse, qu'une lame d'air de 1 millimètre seulement d'épaisseur, transportée dans la région d'une comète et éclairée par le soleil, y produirait toutes les apparences physiques d'une comète, c'est-à-dire aurait le même éclat lumineux et la même densité.

La densité d'une comète une fois établie, M. Babinet peut évaluer le poids total d'un astre de ce genre de dimensions données.

Si l'on admet que la densité de la matière d'une comète peut être assimilée, comme nous venons de le faire voir, à de l'air atmosphérique d'une densité quarante-cinq millions de milliards de fois moins grande, le poids d'une comète serait à peine celui de la terre dont on aurait diminué la densité dans le rapport de l'unité au nombre énorme

194 000 000 000 000 000 000 000

Le calcul fait, en partant de ce chiffre, indique, qu'une comète aussi grosse que la terre ne pèserait pas plus

de 30 000 kilogrammes, c'est-à-dire ne surpasserait pas le poids de 30 mètres cubes d'eau.

Le choc d'une substance gazeuse, réduite à cet incommensurable état de division, serait donc tout à fait nul. Il est très-probable d'ailleurs, en raison de son excessive ténuité, qu'aucune parcelle de la matière des comètes ne pourrait pénétrer même dans les parties les plus élevées, c'est-à-dire les moins denses, les plus dilatées de notre atmosphère, et que, par conséquent, la rencontre d'un astre semblable avec la terre passerait entièrement inaperçue de ses habitants[1].

Ainsi, d'après M. Babinet, une comète, en général, pourvue d'une queue ou privée de ce brillant appendice, n'est en réalité qu'un léger amas de matière gazeuse infiniment dilatée, se promenant dans les cieux.

Nous n'avons pas besoin de dire que ces rassurantes prédictions ont été justifiées avec éclat. Bien que l'apparition des comètes soit très-fréquente, et bien que ces astres foisonnent à tel point dans le ciel que Képler a pu dire : « Il y a autant de comètes dans le ciel que de poissons dans l'Océan, » aucune apparition de ce genre ne s'est montrée dans le firmament à l'époque qui avait été fixée par le prétendu Matthieu Lænsberg. Le 13 juin, une journée admirable, un soleil radieux illuminaient Paris, et il

1. On a objecté, à ce propos, à M. Babinet, qu'une matière même impalpable, un brouillard ou une vapeur, quand ils sont animés d'une très-grande vitesse, peuvent produire de redoutables effets de destruction. On oubliait que les comètes ne sont douées d'une très-grande vitesse que lorsqu'elles sont très-voisines du soleil; qu'à une distance du soleil égale à celle de la terre, elles ont déjà perdu presque toute leur vitesse; qu'à une distance un peu plus grande, elles sont relativement immobiles; et que, dans tous les cas, les comètes font partie de notre système solaire, et que le Créateur de l'univers a tenu compte de leur masse et de leurs mouvements, en établissant les lois de la stabilité de notre système planétaire, lois qui ont fait l'admiration de tous les grands génies qui ont su les dévoiler ou les comprendre.

faut ajouter, pour être historien fidèle, que ces brillantes conditions atmosphériques causaient sur l'esprit des habitants de la capitale un contentement intérieur, que tout le monde ne réussissait pas à dissimuler.

Il y a trente ans, le comédien Potier jouait un vaudeville intitulé : *Les Inconvénients de la diligence*. Au troisième acte, la diligence était arrêtée par un voleur, qui avait eu l'idée ingénieuse de disposer sur le bord de la route six mannequins vêtus en brigands, armés jusqu'aux griffes, et dont le terrifiant aspect ajoutait à l'épouvante des habitants de la machine roulante. Mais bientôt le subterfuge était reconnu et les mannequins dévoilés. Cette constatation à peine établie, on voyait Perlet, une fois bien sûr de son fait, s'élancer avec intrépidité à la gorge de l'un des brigands postiches, en s'écriant :

— *Ah tu n'es qu'un mannequin!*

Et, le saisissant par sa barbe de filasse, il le traînait sur le théâtre, à la grande joie des spectateurs; il l'accablait de coups de poing et de coups de pied pour se venger des terreurs qu'il avait ressenties, en s'écriant toujours :

— *Ah! tu n'es qu'un mannequin!*

Ce qui s'est passé après le 13 juin à propos de la comète, rappelait l'histoire du mannequin des Variétés. Toutes les personnes, bien plus nombreuses qu'on ne l'imagine, qui avaient conçu de secrètes et de très-réelles alarmes sur le terrible conflit dont la comète nous menaçait de par Matthieu Lænsberg, étaient aussi, après ce jour redouté, les plus empressées à accabler de leurs sarcasmes l'astre vagabond, cause innocente de leurs terreurs. Ces intrépides du lendemain n'avaient pas assez de mépris, pas assez de colère contre le mannequin céleste qui venait de s'évanouir.

2

Les six comètes de 1857.

Rien n'est plus fréquent, disions-nous plus haut, que l'apparition des petites comètes. L'année 1846 en vit apparaître huit. En 1857, la comète de Charles-Quint, dont le retour était si mal à propos prédit, nous a fait défaut; mais, en revanche, nous avons eu la visite de six de ces astéroïdes qui ne s'étaient pas fait annoncer. Nous donnerons ici quelques brèves indications sur ces six comètes de l'année 1857.

Au moment où l'on s'occupait tant de la prétendue comète du 13 juin et de ses conséquences, deux comètes très-réelles se montrèrent au firmament sans que le public leur accordât la moindre attention. Elles n'étaient visibles qu'au télescope, et cette circonstance, qui les dérobait aux yeux du vulgaire, causa leur *incognito*. Cependant, si les comètes en général ont quelque chose de menaçant pour notre globe, ces deux astres auraient mérité, tout autant que la fabuleuse apparition annoncée pour le 13 juin, de préoccuper les esprits, à moins que l'on ne considérât comme circonstance atténuante le fait, que ces deux astéroïdes étaient dépourvus de queues.

C'est à la fin du mois de février que la première de ces deux comètes fut découverte à Leipzig, par M. d'Arrest. Elle avait l'aspect d'une large nébulosité d'environ trois minutes et demie de diamètre apparent; elle était formée d'aigrettes vaporeuses irrégulièrement disposées, et ne paraissait d'ailleurs contenir aucun noyau solide; c'était un composé de plusieurs masses de vapeurs agglomérées et également brillantes dans tous les points.

La seconde comète télescopique fut découverte, au milieu du mois de mars, par M. Bruhns, de Berlin, près de

l'étoile ξ de la *Baleine*. Elle présentait vers son centre une condensation de la matière lumineuse, mais n'avait aucun prolongement visible.

La troisième comète fut signalée dans la nuit du 22 au 23 juin, par M. Klinkerfues, astronome de l'observatoire de Berlin.

M. Klinkerfues explorait avec la plus grande attention la région du ciel dans laquelle devait se trouver, d'après les éphémérides de M. Hind, la comète de Charles-Quint, si impatiemment attendue, lorsqu'il aperçut, au sein de la constellation de *Persée*, un astre entouré d'une certaine nébulosité. A son aspect vague et diffus, à son mouvement rapide en ascension droite et en déclinaison, M. Klinkerfues reconnut qu'il venait de trouver une véritable comète. Dans la nuit du 24 juin seulement, M. Dien, à l'observatoire de Paris, fit la même observation, et découvrit l'astre qui était déjà apparu à Berlin. C'est donc à l'observatoire de Prusse que doit revenir l'honneur de cette intéressante trouvaille astronomique.

On avait espéré quelque temps que la comète de M. Klinkerfues serait visible à l'œil nu, mais on n'a pu l'apercevoir sans le secours de puissantes lunettes, et même seulement en de rares occasions. C'est à tort que les journaux de diverses villes ont annoncé que cet astre était visible à l'œil nu; on l'avait confondu avec la nébuleuse d'*Andromède*, très-voisine aussi de la constellation de *Persée*. D'après les éphémérides de l'observatoire de Paris, cette comète a passé, du 1er au 2 juillet, à deux degrés et demi au nord de la *Chèvre;* après avoir traversé la partie boréale de la constellation du *Cocher*, elle a traversé celle du *Lynx*. Dès le 14 juillet, elle a disparu à nos yeux, sans avoir fourni la carrière brillante qu'on en attendait.

La marche de cette comète était rétrograde. D'après les calculs de M. Villarceau, elle aurait une période de quatre

siècles environ ; mais les observations de cet astre chétif et passager ont été trop peu nombreuses, et ses éléments n'ont pu être déterminés avec assez de précision, en raison de sa position au milieu des constellations avoisinant le pôle, pour que l'on puisse accorder confiance à cet orbite. Cette nébulosité céleste n'a donc fait qu'apparaître et s'évanouir.

Mais il en est sans doute des comètes comme des rois : *la comète est morte, vive la comète!* En effet, l'astre errant du mois de juillet était à peine évanoui qu'une autre apparition semblable se manifestait dans le ciel. Le 28 juillet, à l'observatoire de Paris, M. Dien découvrait une nouvelle comète dans la *Girafe*, constellation composée de fort petites étoiles, et qui se trouve située entre la *Petite-Ourse* et le *Cocher* d'une part, et, d'autre part, entre la *Grande-Ourse* et *Cassiopée.*

Ce nouvel astre était moins lumineux que celui qui l'avait précédé ; seulement, son volume était plus grand, et il présentait un commencement de condensation qui pouvait figurer un noyau. Mais, d'après une observation curieuse faite par un amateur, M. Duperray, et rapportée dans le *Musée des Sciences*, cette comète passa, dans la nuit du 2 au 3 août, au-devant d'une étoile brillante du *Cocher* sans que l'éclat de cette étoile fût diminué en rien par l'interposition de cette comète entre cet astre et l'œil de l'observateur. Cette comète n'était donc qu'une brume imperceptible, une vapeur légère et incapable d'obscurcir la lumière de la plus pâle des étoiles.

Une cinquième comète a été découverte le 20 août à Göttingue par M. Klinkerfues. Son aspect était celui d'une assez large nébulosité de forme circulaire et présentant vers le centre une condensation appréciable de la lumière.

Enfin, le 10 novembre, une dernière comète télescopique a été aperçue, pour la première fois, à Florence, par M. Do-

nati et suivie postérieurement dans plusieurs observatoires de l'Europe, ce qui porte à six le nombre de ces astres voyageurs observés pendant le cours de l'année 1857.

3

Les petites planètes télescopiques comprises entre Mars et Jupiter.

Nous avons parlé dans le volume précédent de l'*Année scientifique* des petites planètes télescopiques qui existent entre Mars et Jupiter, dans cet *hiatus* que Képler signala comme devant recéler un grand nombre d'astéroïdes de ce genre. Nous avons, à ce propos, rappelé les opinions des principaux astronomes sur l'origine de ces astres et sur leur rôle dans notre univers. Pendant l'année 1857, un assez grand nombre de planètes nouvelles ont été découvertes dans le même lieu du ciel. Ainsi, outre les grandes planètes Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Uranus, Saturne et Neptune qui composent notre système solaire, il existe un nombre considérable de petites planètes qui sont situées entre les orbites de Mars et de Jupiter.

Un habile astronome dessinateur, M. Ch. Bulard a dressé la liste complète des petites planètes télescopiques comprises entre Mars et Jupiter, avec la date de leur découverte et les noms des astronomes qui en ont constaté l'existence. Voici ce tableau qui résume l'état actuel de nos connaissances sous ce rapport.

Liste des petites planètes connues jusqu'à présent, et rangées par ordre d'ancienneté.

Numéros d'ordre.	Planètes.	Époque, date et lieu de la découverte.		Noms des astronomes.
1.	Cérès,	1801,	Sicile.	Piazzi.
2.	Pallas,	1802,	Allemagne.	Olbers.
3.	Junon,	1804,	Allemagne.	Harding.
4.	Vesta,	1807,	Allemagne.	Olbers.

Numéros d'ordre.	Planètes.	Époque, date et lieu de la découverte.		Noms des astronomes.
5.	Astrée,	1845,	Allemagne,	Hencke.
6.	Hébé,	1847,	»	»
7.	Iris,	1847,	Angleterre.	Hind.
8.	Flore,	1847,	»	»
9.	Métis,	1848,	Irlande.	Graham.
10.	Hygie,	1849,	Italie.	De Gasparis.
11.	Parthénope,	1850,	»	»
12.	Victoria,	1850,	Angleterre.	Hind.
13.	Égérie,	1850,	Italie.	De Gasparis.
14.	Irène,	1851,	Angleterre.	Hind.
15.	Eumonia,	1851,	Italie.	De Gasparis.
16.	Psyché,	1852,	»	»
17.	Thétis,	1852,	Allemagne.	Luther.
18.	Melpomène,	1852,	Angleterre.	Hind.
19.	Fortuna,	1852,	»	»
20.	Massilia,	1852,	Italie.	De Gasparis.
21.	Lutetia,	1852,	France.	Goldschmidt.
22.	Calliope,	1852,	Angleterre.	Hind.
23.	Thalie,	1852,	»	»
24.	Phocea,	1853,	France.	Chacornac.
25.	Themis,	1853,	Italie.	De Gasparis.
26.	Proserpine,	1853,	Allemagne.	Luther.
27.	Euterpe,	1853,	Angleterre.	Hind.
28.	Bellone,	1854,	Allemagne.	Luther.
29.	Amphitrite,	1854,	Angleterre.	Marth.
30.	Uranie,	1854,	»	Hind.
31.	Euphrosine,	1854,	Amérique.	Fergusson.
32.	Pomone,	1854,	France.	Goldschmidt.
33.	Polymnie,	1854,	»	Chacornac.
34.	Circé,	1855,	»	»
35.	Leucothée,	1855,	Allemagne.	Luther.
36.	Atalante,	1855,	France.	Goldschmidt.
37.	Fidès,	1855,	Allemagne.	Luther.
38.	Léda,	1856,	France.	Chacornac.
39.	Lætitia,	1856,	»	»
40.	Harmonia,	1856,	»	Goldschmidt.
41.	Daphné,	1856,	»	»
42.	Isis,	1856,	Angleterre.	Pogson.
43.	Ariane,	1857,	»	»
44.	Nysa,	1857,	France.	Goldschmidt.
45.	Eugenia,	1857,	»	»
46.	»	1857,	»	»
47.	Aglaïa,	1857,	Allemagne.	Luther.
48.	Doris,	1857,	France.	Goldschmidt.
49.	Palès,	1857,	»	»
50.	Virginia,	1857,	Amérique.	Fergusson,

On remarquera que le plus grand nombre des planètes télescopiques découvertes en 1857 sont dues aux observations de M. Goldschmidt qui, dans le courant de cette seule année, en a découvert cinq. C'est, tout compte fait, la dixième planète reconnue par cet heureux amateur. M. Chacornac, de l'observatoire de Paris, qui s'est illustré par ce genre de travaux, n'a pas découvert un aussi grand nombre de planètes télescopiques. Après cet astronome, on ne peut citer que MM. Hind et de Gasparis comme ayant surpassé sous ce rapport les deux observateurs français. Dans ces derniers temps, la France avait été distancée dans cette voie par l'Angleterre et l'Allemagne, M. Goldschmidt lui a fait regagner le terrain qu'elle avait perdu.

C'est dans le plus humble des observatoires et avec un instrument d'une bien médiocre portée, puisque c'est une lunette ordinaire de trois ou quatre pouces de diamètre, que M. Goldschmidt fait ces intéressantes trouvailles. Dans la rue de l'Ancienne-Comédie, devant l'entrée du passage du Commerce, levez les yeux vers les mansardes, et vous apercevrez le modeste lieu d'où sont parties les découvertes intéressantes du grand dénicheur d'astres qui accomplit ces tours de force, et, à la pointe de sa modeste lunette, ravit à nos astronomes officiels l'honneur de ces belles observations.

4

Détermination nouvelle de la figure de la terre. — Travaux exécutés depuis le XVIII° siècle pour la mesure du méridien terrestre. — Travaux récents des astronomes russes. — Demande de concours au gouvernement français pour l'achèvement de la grande méridienne russe-scandinave.

Dans la séance du 12 octobre de l'Académie des sciences de Paris, M. Struve, célèbre astronome russe, directeur de l'observatoire de Pulkova, a lu une note d'une haute va-

leur scientifique, relativement aux travaux qui ont été entrepris, à différentes époques et en divers pays, pour la détermination de la figure de notre globe. Le moment est venu où l'on peut tirer parti de ces travaux immenses, et en combiner les résultats de manière à fixer positivement les dimensions du sphéroïde terrestre. Cette question, qui a tant occupé les savants il y a plus d'un siècle, reçut, par les travaux des astronomes français, une solution qui dut sembler définitive à cette époque. Aujourd'hui pourtant, par un de ces retours qui sont fréquents dans l'histoire des sciences, les progrès de la géodésie et de l'astronomie ont établi la nécessité de reprendre à nouveau l'étude de cette grande question.

C'est en 1736 que deux compagnies de savants de l'Académie des sciences de Paris allèrent mesurer, chacune de son côté, un degré du méridien vers l'équateur et vers le pôle. Newton avait déduit de ses calculs, comme un résultat nécessaire de l'attraction universelle, que le globe terrestre devait être aplati vers les pôles et renflé à l'équateur. Cette opinion avait rencontré dans le monde savant une opposition assez vive; Cassini, en particulier, la rejetait obstinément. Comme la solution de ce problème importait beaucoup aux opérations pratiques de la marine, le gouvernement français prit le parti de faire mesurer au pôle et à l'équateur la longueur d'un arc du méridien, afin de déduire, de la comparaison des deux arcs ainsi mesurés, la véritable forme du sphéroïde terrestre, et de décider si, comme Newton l'avait assuré, il existait un renflement à l'équateur et un aplatissement aux pôles. Bouguer et La Condamine allèrent donc effectuer cette mesure au Pérou, région équatoriale, tandis que Maupertuis, Clairault et Celsius exécutaient la même opération en Laponie. Il résulta de leurs mesures, comparées entre elles, que l'aplatissement de la terre deviné par Newton existait réellement, et qu'il dépas-

sait même les limites calculées par cet illustre philosophe.

Le bel exemple donné par la France au XVIIIe siècle fut suivi par toutes les nations éclairées, qui s'efforcèrent de concourir à la détermination exacte des dimensions du globe terrestre. Plusieurs gouvernements firent mesurer des arcs de méridien; mais la longueur de ces arcs était souvent peu considérable en raison de la médiocre étendue des pays où s'accomplissaient ces travaux. Dans le commencement du siècle actuel, notre gouvernement fit exécuter la grande méridienne de France, entre Dunkerque et Formentera, île de la Méditerranée, près des côtes d'Espagne. Due aux travaux de Delambre, Méchain, Biot et Arago, cette œuvre dépassait en étendue et en précision tous les travaux analogues entrepris jusque-là.

En 1837 et 1840, l'astronome allemand Bessel entreprit un nouveau calcul des dimensions du sphéroïde terrestre en réunissant les différents résultats des mesures méridiennes que l'on possédait alors. Les éléments dont il disposait étaient les suivants : l'arc de l'équateur déterminé au XVIIIe siècle par les académiciens français, et dont la longueur était de 3° 7'; — le petit arc des Indes orientales, longueur 1° 35'; le grand arc des Indes, longueur 15° 58'; l'arc de France, 12° 22'; l'arc d'Angleterre, 2° 52'; l'arc hanovrien, 2° 1'; l'arc danois, 1° 32'; l'arc de Prusse, 1° 30'; l'arc de Russie, 8° 2'; enfin, l'arc suédois ou du cercle polaire, 1° 37'. La somme totale des arcs employés par Bessel s'élevait à 50° 34'. Situés sous des longitudes bien différentes, ils s'étendaient en latitude depuis — 3° 5' jusqu'à 67° 9'.

Depuis l'année 1840, époque à laquelle Bessel exécuta son calcul des dimensions du sphéroïde terrestre, jusqu'à l'époque actuelle, on a porté à une étendue plus considérable le grand arc des Indes, l'arc d'Angleterre et celui de

Russie. Le grand arc des Indes, qui, en 1840, était de 15°58′, comprend maintenant une longueur de 20°21′, par suite des travaux de M. Everest. En Angleterre, on a mesuré deux arcs d'une longueur de 10°, qui s'étendent des deux côtés de la Grande-Bretagne, depuis la Manche jusqu'aux îles de Shetland et les Hébrides. D'un autre côté, on a perfectionné et étendu, en France, les travaux qui furent commencés au dernier siècle par les membres de l'Académie des sciences. Le corps des ingénieurs géographes, ensuite le corps d'état-major, ont poussé jusqu'à son entier achèvement l'important réseau géodésique qui couvre notre pays. Un arc du méridien, passant par Fontainebleau et se rattachant au méridien principal, a servi à dissiper quelques doutes soulevés par la forme de plusieurs triangles appartenant à la première opération. La chaîne de Brest à Strasbourg a été exécutée. Enfin l'arc du parallèle moyen passant par Bordeaux a été mesuré et étendu jusqu'à Fiume, en Illyrie.

Les travaux exécutés en France, c'est-à-dire les triangles de la méridienne de notre pays, étant en liaison géodésique avec la méridienne occidentale de l'Angleterre, il en résulte que l'on possède dès aujourd'hui, depuis Formentera, sur les côtes d'Espagne, jusqu'aux îles de Shetland, un arc continu d'une longueur considérable, puisqu'il est de vingt-deux degrés. Cette condition, c'est-à-dire la longueur du méridien mesuré, est d'une haute importance, car ce sont surtout les arcs de méridien de grande étendue qui conduiront à une connaissance plus précise des dimensions du sphéroïde terrestre. L'influence perturbatrice des attractions locales diminue avec la grandeur de l'arc, car ces attractions sont produites plutôt par la distribution non symétrique de la matière au-dessous de la surface terrestre que par la masse des montagnes.

L'arc de Russie, dont Bessel a pu faire usage, était de 8° 2′. Aujourd'hui, cet arc, compris entre le Danube et

la mer Glaciale, et qui devra être désigné sous le nom d'arc *russe-scandinave*, a été prolongé jusqu'à 25° 20'.

La mesure de ce grand arc de 25° 20', qui part du Danube pour aboutir à la mer Glaciale, est en très-grande partie l'œuvre des astronomes et des officiers d'état-major russes, avec la coopération des gouvernements et des géomètres de Suède et de Norwége, quant à sa partie la plus septentrionale. Commencée en 1816 et terminée en 1855, cette immense opération, qui a duré, comme on le voit, près de quarante ans, comprend 258 triangles, 10 bases avec leurs liaisons aux triangles, les déterminations des angles azimutaux et des latitudes de 13 centres d'observations, etc. Le résultat final des opérations a été que la longueur de cet arc de 25° 20', exprimée en toises, est de 1 447 787, avec une erreur probable, au maximum, de 6 toises et 2 dixièmes.

En 1853, une commission internationale, réunie à Stockholm, a chargé le directeur de l'observatoire de Pulkova de réunir dans un ouvrage détaillé tous les calculs et travaux relatifs à la totalité de cette méridienne. M. Struve a exécuté ce grand travail.

L'ouvrage de l'astronome de Pulkova a pour titre : *Arc du méridien de* 25° 20' *entre le Danube et la mer Glaciale, mesuré depuis* 1816 *jusqu'en* 1855, *sous la direction de : C. de Tenner, général de l'état-major impérial de Russie; Chr. Hansteen, directeur du département géographique de Norwége; N. H. Selander, directeur de l'observatoire royal de Stockholm; F. W. Struve, directeur de l'observatoire central de Russie; composé sur les différents matériaux et rédigé par F. G. W. Struve, publié par l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg.*

Voici maintenant quel a été le but principal de la lecture faite par M. Struve à l'Académie des sciences de Paris. D'après ce que nous venons de voir, une chaîne non interrompue de triangles existe aujourd'hui depuis les bords de

l'océan Atlantique jusqu'aux rivages de la mer Caspienne, de Brest jusqu'à Astrakan, traversant la France, la Belgique, la Prusse et la Russie. Il importe qu'on utilise cette chaîne pour le calcul d'un arc de parallèle qui n'embrassera pas moins de 55 degrés en longitude. En comparant les longueurs géodésiques des diverses parties de cet arc avec leurs amplitudes astronomiques, on arrivera de la manière la plus certaine à constater si la terre est véritablement un sphéroïde de révolution, ou bien si elle s'écarte de la forme simple qu'on lui attribue.

Mais la grande opération exécutée en Russie, et dont M. Struve vient de publier les résultats, n'est pas encore terminée, car on peut prolonger le méridien russe de plusieurs degrés au sud, à travers les provinces danubiennes et la Turquie, jusqu'à l'île de Candie. Cette prolongation, indispensable à l'entière exécution de l'œuvre commencée, la Russie l'aurait accomplie si elle avait conservé avec le gouvernement de la Porte-Ottomane ses anciennes relations, ou si elle avait réussi à lui imposer son protectorat : les officiers d'état-major et les astronomes russes auraient exécuté ce travail. Mais les événements de la guerre et le traité de Paris ayant changé la situation politique de la Russie dans l'empire turc, elle se trouve forcée de renoncer à cette entreprise : c'est à la France à la reprendre et à la mener à bonne fin. M. Struve est donc venu soumettre au gouvernement français la proposition de se charger de cette œuvre, ou de concourir largement à son exécution.

Cette sorte de défi scientifique a été dignement accepté. M. le maréchal Vaillant, ministre de la guerre et membre de l'Académie des sciences, a déclaré que son administration était prête à fournir le concours réclamé. Il a annoncé que le dépôt de la guerre « s'empressera, soit de mettre à la disposition des savants étrangers les documents qui pourraient être réclamés, soit de concourir pour sa part

aux travaux de calculs et de discussion nécessaires à l'accomplissement de l'œuvre projetée par le savant directeur de l'observatoire central de Russie. »

On peut donc espérer que, grâce à l'union des savants des deux pays, l'œuvre entreprise par M. Struve recevra son entière exécution, et que la grande question depuis si longtemps agitée de la véritable figure du globe terrestre sera résolue. Une autre circonstance donne un intérêt particulier à ce grand problème. Un géomètre russe, M. Dérévochtikoff, a fait voir que, d'après les mesures du méridien de Paris prises par les astronomes français, l'aplatissement de la terre serait d'un cent quatre-vingt-huitième, tandis que, d'après les mesures prises aux Indes ou déduites des observations du pendule, il devrait être d'un cent soixante-seizième. La différence entre ces deux nombres est beaucoup trop grande pour qu'on ne soit pas forcé d'admettre, comme l'a soutenu d'ailleurs le géomètre Puissant, qu'il s'est glissé des erreurs graves dans quelques-unes des triangulations faites au dernier siècle par nos célèbres compatriotes.

5

Télescope en verre argenté.

M. Léon Foucault, physicien de l'Observatoire, a eu mission d'étudier les diverses questions relatives à la construction et au perfectionnement des instruments d'optique qui sont en usage dans la pratique de l'astronomie. L'un des résultats de ses derniers travaux a été un perfectionnement important apporté par lui à la construction du télescope, et qui permettra d'abaisser notablement le prix de ce puissant et dispendieux appareil d'inspection céleste.

On est assez porté à confondre ou à prendre l'un pour l'autre le *télescope* et la *lunette astronomique*; il n'est donc

de rappeler ici les différences qui existent entre nstruments d'observation. Le *télescope* est un ap- ns lequel l'image des corps très-éloignés vient se au foyer d'un miroir métallique, où l'observateur dès lors par un effet de réflexion. La lunette *mique*, d'une disposition plus simple, se compose ent d'un long tube de métal, muni à chacune de ses ités d'une ou plusieurs lentilles, à travers lesquelles garde directement les objets à observer.

s deux instruments ont chacun leurs avantages et inconvénients particuliers. D'après M. Léon Foucault, nette astronomique, comparée au télescope de même ension, a toujours eu le mérite de donner plus de ière; le faisceau des rayons qui tombent sur l'objectif verre de la lunette le traverse en majeure partie, et con- ue presque en entier à la formation de l'image au foyer, ndis que, sur le miroir de métal du télescope, une partie ulement de la lumière est réfléchie en un faisceau con- ergent, qui éprouve encore une perte pour être ramené, ar une seconde réflexion vers l'observateur.

Cependant, comme le télescope est essentiellement xempt d'aberration de réfrangibilité; comme la pureté de es images ne dépend que de la perfection d'une seule surface; comme, à égalité de longueur focale, il comporte un plus grand diamètre que la lunette, et qu'il rachète ainsi en partie les pertes de lumière qui résultent des ré- flexions, quelques observateurs, surtout en Angleterre, ont continué à lui donner la préférence sur la lunette pour l'exploration des objets célestes. Il est certain qu'à notre époque, et malgré tous les perfectionnements apportés à la fabrication des grands verres, le plus puissant instrument qu'on ait encore dirigé vers le ciel est un télescope à mi- roir de métal : le télescope de lord Ross, qui a six pieds anglais de diamètre et cinquante-cinq pieds de distance focale. Peut-être même, les instruments à réflexion au-

raient-ils pris le dessus, si le métal se travaillait aussi bien que le verre, s'il prenait un poli aussi durable et s'il n'était beaucoup plus pesant.

La difficulté d'obtenir à bas prix ces larges miroirs métalliques destinés à réfléchir la lumière, et de donner à leur surface le plus grand pouvoir réflecteur possible, sans faire usage de métaux d'un prix fort élevé, était un des obstacles principaux qui avaient empêché jusqu'ici l'emploi général du télescope dans les observatoires astronomiques. Obtenir, sans grande dépense, une surface parfaitement réfléchissante et inoxydable à l'air, tel était le problème posé. M. Léon Foucault l'a fort ingénieusement résolu en prenant une masse de verre, en la faisant tailler et polir suivant la forme à donner au miroir réflecteur, et en recouvrant ensuite ce miroir de verre poli d'une couche d'argent, l'un des métaux qui réfléchissent la lumière avec le plus de puissance et qui s'altèrent le moins au contact de l'air.

On connaît, sous le nom de *procédé Drayton*, une nouvelle méthode opératoire imaginée en Angleterre, qui permet de recouvrir le verre d'une couche d'argent. On se sert de ce procédé pour étamer les glaces, ou plutôt pour remplacer le *tain* du miroir par une couche d'argent métallique. Une dissolution d'azotate d'argent, mélangée d'un agent réducteur organique, étant mise en contact avec l'une des surfaces de la glace, cette dernière se recouvre bientôt d'un dépôt métallique d'argent doué du plus vif éclat[1].

Grâce au *procédé Drayton*, M. Foucault a donc pu recouvrir d'une pellicule d'argent mince et uniforme un verre taillé et poli. La couche métallique qui, en sortant du bain où elle s'est formée, paraît terne et sombre, s'é-

1. Voir au chapitre des *Arts industriels* dans ce volume, la description détaillée de ce procédé chimique pour l'argenture des glaces, qui a été récemment perfectionné en France.

claircit aisément par le frottement d'une peau douce, et d'un peu de rouge d'Angleterre; elle acquiert ainsi en peu d'instants un très-vif éclat. Par cette opération, la surface du verre se trouve métallisée et devient énergiquement réfléchissante, sans que les épreuves les plus délicates puissent déceler dans l'image produite au foyer la moindre altération de forme.

Avec un miroir de verre argenté par ce procédé, et poli avec le plus grand soin au moyen du tampon, M. Foucault a construit un télescope de dix centimètres de diamètre et de cinquante centimètres de longueur focale. Ce petit instrument supporte bien l'oculaire qui porte le grossissement à deux cents fois, et si on le compare à la lunette de un mètre, il donne un effet sensiblement supérieur. A diamètre égal, le télescope en verre est moitié plus court que la lunette, et il donne presque autant de lumière et plus de netteté aux images; à longueur égale, il comporte un diamètre double et recueille trois fois et demie plus de lumière.

La nouvelle disposition imaginée par M. Léon Foucault pour le télescope astronomique offre encore l'avantage de ne point exiger le concours des nombreuses conditions physiques auxquelles on a dû satisfaire jusqu'ici pour obtenir un instrument d'observation astronomique doué d'une certaine perfection, tant pour le télescope que pour la lunette. Ce dernier instrument surtout exige que le constructeur se préoccupe à la fois de l'homogénéité des deux sortes de verre qui forment l'objectif, de leurs pouvoirs réfringents et dispersifs, de la combinaison des courbures, du centrage et de l'exécution de quatre surfaces sphériques. Dans le nouveau télescope, au contraire, le verre n'intervenant pas comme milieu réfringent, mais comme simple support d'une mince couche de métal, l'homogénéité de sa masse n'est nullement requise, et la glace la plus ordinaire, travaillée avec soin sous une épaisseur

suffisante, peut revêtir une surface concave qui, argentée et polie, fournisse à elle seule et par réflexion de très-bonnes images.

On sait que les miroirs réflecteurs des télescopes ont l'inconvénient de se ternir au contact de l'air par suite de leur oxydation, et de perdre ainsi, au bout d'un certain temps, une partie de leur puissance réfléchissante. Les miroirs argentés de M. Foucault subiront-ils une altération de ce genre? Ils n'ont souffert, au bout de plusieurs mois, aucune altération sensible; mais cet état de conservation sera-t-il de longue durée? L'expérience est encore trop récente pour qu'on puisse rien affirmer ni dans un sens ni dans l'autre; mais lors même que le brillant du métal viendrait à s'affaiblir, puisqu'une première fois il a été obtenu simplement au tampon, rien n'empêcherait de le raviver par le même moyen. Si enfin l'argent s'altérait dans sa profondeur, l'opération par laquelle on le dépose est d'une exécution si facile et si prompte qu'on se résignerait facilement à la répéter.

En résumé, le télescope ainsi modifié par notre savant confrère du *Journal des Débats*, comparé à la lunette astronomique, donne à beaucoup moins de frais plus de lumière, plus de netteté, et il est nécessairement affranchi de toute aberration de réfrangibilité, puisqu'il ne se compose, comme tout télescope, que d'une surface réfléchissante.

II

PHYSIQUE.

1

Corrélation des forces physiques.

La *corrélation des forces physiques*, c'est-à-dire le mutuel enchaînement des forces qui, dans la nature, peuvent produire alternativement la chaleur, la lumière ou l'électricité, est devenue la matière d'un livre d'un haut intérêt, publié en Angleterre par M. W. R. Grove, et dont une traduction très-soignée, due à M. l'abbé Moigno, a enrichi, en 1857, la littérature française.

L'auteur de la *Corrélation des forces physiques* n'est pas un savant de profession. Il est assez fréquent en Angleterre de voir des personnes engagées dans des carrières toutes différentes, s'adonner à la culture des sciences physiques, et y rencontrer de brillants succès. De ce nombre, est M. Grove, avocat aux conseils de la reine, orateur disert et grave magistrat. Un grand nombre d'expériences ingénieuses, des faits entièrement nouveaux en physique et en chimie, qu'il a découverts dans ses heures de délassement, ont attiré à M. Grove sa haute réputation scienti-

1. *Corrélation des forces physiques*, par W. R. Grove, membre de la Société royale de Londres; ouvrage traduit en français par M. l'abbé Moigno, sur la troisième édition anglaise, avec des notes par M. Seguin aîné, correspondant de l'Institut de France. 1 vol. in-8.

fique, et lui ont ouvert les portes de la *Société royale de Londres*. Si nous insistons sur cette circonstance, c'est qu'elle donne à ce livre un caractère particulier qui doit le faire bien venir des gens du monde, des amateurs des sciences et des lecteurs intelligents auxquels nous aimons à nous adresser.

Mais hâtons-nous de faire connaître la pensée développée dans l'ouvrage dont nous parlons. L'auteur l'expose lui-même en ces termes dans son introduction :

« La tâche que j'entreprends dans cet essai, c'est d'établir que les diverses forces de la nature qui sont l'objet de la physique expérimentale, c'est-à-dire la chaleur, la lumière, l'electricité, le magnétisme, l'affinité chimique et le mouvement, ont entre elles des relations intimes, et sont dans une dépendance mutuelle les unes des autres. Aucune de ces forces, dans un sens absolu, ne peut être dite la cause nécessaire et essentielle des autres; mais chacune d'elles peut produire toutes les autres ou être engendrée par elles ; elles peuvent toutes se convertir l'une dans l'autre dans des conditions données. »

Pour donner tout de suite le tableau sommaire de ce mutuel et réciproque enchaînement des forces naturelles, nous rappellerons que le mouvement produit de la chaleur lorsque deux corps quelconques sont frottés l'un contre l'autre; que le mouvement se convertit en chaleur quand on vient à l'arrêter subitement; et que la chaleur se convertit en mouvement, lorsque, sous le piston d'une machine à vapeur, la vapeur d'eau, se détendant dans le vide, se refroidit par son expansion, de telle sorte que l'on voit alors se transformer en mouvement le calorique disparu. Ainsi, partout où le mouvement cessera d'apparaître sous la forme visible d'un déplacement dans l'espace, un œil attentif et exercé le retrouvera sous une autre forme, invisible mais sensible, c'est-à-dire sous forme de chaleur. A l'inverse, partout où l'on constatera un abaissement de température, on pourra mettre en évidence la production

d'une certaine quantité de force vive capable de mettre en mouvement une masse inerte.

Le rapprochement que nous venons de faire entre la chaleur et le mouvement constitue une des synthèses les plus belles et les plus fécondes auxquelles la science se soit élevée. Il a fallu, pour la légitimer et la constituer en corps de doctrine, la réunion de la masse énorme de faits qui ont été rassemblés par les ardents expérimentateurs du XIXe siècle.

Personne, avant M. Grove, n'avait formulé ce principe dans toute sa généralité. Vers l'année 1800, notre célèbre Montgolfier l'avait entrevu en reconnaissant la possibilité de la conversion réciproque du mouvement et du calorique. Mais cette intuition du génie était tellement en dehors, tellement en avant des idées reçues, qu'elle ne rencontra aucun écho à cette époque. Jusqu'à l'année 1855, la science resta même si peu familiarisée avec cette idée, que les physiciens les plus renommés eurent de la peine à comprendre à cette époque la brillante expérience par laquelle M. Léon Foucault prouva qu'une masse de cuivre en mouvement de rotation, que l'on arrête subitement à distance, par l'influence d'un aimant, s'échauffe, et s'échauffe d'une quantité proportionnelle au ralentissement de son mouvement.

Ce que nous venons de dire pour la conversion réciproque de la chaleur et du mouvement s'étend à toutes les autres forces naturelles. De même qu'il engendre de la chaleur, le mouvement peut aussi produire de l'électricité, du magnétisme, de la lumière et de l'affinité chimique. Personne n'ignore que si, au lieu de frotter l'un contre l'autre deux corps homogènes, deux morceaux de bois ou deux morceaux de fer, on frotte deux corps hétérogènes, par exemple, un bâton de cire à cacheter et un morceau de drap, on produit de l'électricité. M. Babinet a donné à cette expérience une forme originale et frappante, et que nous

allons décrire afin que tout le monde se donne le plaisir de la répéter.

Sur le bouchon d'une carafe, placez en équilibre, dans une position horizontale, une canne un peu lourde en bois ou en jonc, de telle sorte qu'elle soit très-mobile et puisse tourner facilement autour de son point d'appui. Prenez alors un petit morceau de cire à cacheter, frottez-le vivement sur la manche de votre habit, et approchez-le rapidement de l'une des extrémités de la canne sans la toucher : vous ne verrez pas sans surprise que, cédant à l'attraction de l'électricité dégagée par le frottement, la canne tourne sur son point d'appui, et suit le morceau de cire dans tous ses déplacements, de manière à faire, si on le veut, un tour entier. Ainsi, le mouvement a engendré de l'électricité, et l'électricité, à son tour, a donné naissance à du mouvement.

Il n'est pas toujours possible, dans l'état actuel de la science, de prouver que deux forces quelconques, prises au hasard, s'engendrent l'une l'autre, et il faut quelquefois recourir à une force intermédiaire. Ainsi, par exemple, nous ne savons pas encore transformer immédiatement la chaleur en électricité, tandis qu'en prenant le mouvement pour intermédiaire, c'est-à-dire en faisant tourner, par une machine à vapeur, un gigantesque plateau de verre entre deux coussins, nous obtenons des torrents d'électricité. M. Grove, et nous partageons sa conviction sous ce rapport, est persuadé que la génération directe et immédiate de toutes les forces de la nature par l'une quelconque d'entre elles, est possible. La science nous paraît marcher rapidement vers la constatation de ce fait capital, qui ouvrirait une ère toute nouvelle de découvertes. Nous n'hésitons pas à croire qu'il viendra un jour où, par la transformation en électricité de la chaleur qui prend naissance dans les foyers de nos usines, on créera une source d'électricité, une véritable pile voltaïque répondant

à toutes les conditions de puissance qu'il importe de donner à cet instrument merveilleux.

Nous ne donnerions pas une preuve suffisante du fait fondamental de la corrélation ou des rapports intimes qui existent entre les forces naturelles, si nous ne citions une curieuse expérience imaginée par M. Grove, et qui, à notre grand regret, n'a pas encore été répétée dans les cours publics de Paris.

On introduit, dans une boîte remplie d'eau et fermée sur une de ses faces par une lame de verre, une plaque daguerrienne sensibilisée, que l'on défend de l'action de la lumière en recouvrant la lame de verre d'un écran opaque. Entre le verre et la plaque, on place un grillage en fils d'argent; on met la plaque en contact avec l'une des extrémités du fil d'un galvanomètre, et le grillage en contact avec l'une des extrémités de l'hélice d'un thermomètre métallique de Bréguet; on fait communiquer entre elles la seconde extrémité du fil du galvanomètre et la seconde extrémité de l'hélice; enfin, on amène aux zéros les aiguilles du galvanomètre et du thermomètre. Enlevant alors l'écran opaque, on laisse tomber la lumière sur la plaque daguerrienne, et l'on voit aussitôt les deux aiguilles se mettre en mouvement, et indiquer ainsi, l'une, l'apparition d'un courant électrique, l'autre, un dégagement de chaleur. Une seule cause, la lumière, a donc fait naître sur la plaque une *action chimique;* dans les fils d'argent, un *courant électrique;* dans la bobine du galvanomètre, un *courant magnétique;* dans l'hélice, de *la chaleur;* dans les aiguilles, du *mouvement.* Ainsi, dans cette belle expérience, une force unique, *la lumière*, a tout engendré médiatement ou immédiatement : *action chimique, electricité, magnétisme, chaleur, mouvement.*

Mais ce qui caractérise cette génération commune des forces naturelles, et M. Grove consacre de longues pages à la mise en lumière de cette grande vérité, entrevue seu-

lement depuis quelques années, c'est qu'elle a lieu en proportions fixes et définies, suivant une loi toute semblable à celle des équivalents chimiques. Ainsi, par exemple, la chaleur qui élève d'un degré la température d'un kilogramme d'eau, si nous la convertissons en mouvement, produira une force mécanique capable d'élever 430 kilogrammes environ à un mètre de hauteur en une seconde; de sorte que 430 sera l'équivalent mécanique de la chaleur. Quel pas immense la science aurait fait, si l'on était arrivé à déterminer rigoureusement les équivalents de toutes les forces de la nature, et quel vaste champ serait ainsi ouvert aux recherches de notre jeune génération! Ces équivalents seraient une mine féconde pour les renseignements et les perfectionnements que la théorie et la pratique appellent à grands cris. Déjà, en nous montrant combien il faut peu d'élévation de température pour engendrer un effort mécanique considérable, l'équivalent mécanique de la chaleur nous a appris que nous brûlons vingt fois trop de charbon dans les foyers des machines à vapeur actuelles, que ces machines sont aujourd'hui par trop imparfaites, et qu'il faut en créer de nouvelles. C'est en appliquant ces idées que M. Seguin a été conduit à construire sa *machine à vapeur pulmonaire*, et M. Siemens sa *machine à vapeur régénérée*.

C'est par le développement des mêmes principes que M. Grove démontre l'impossibilité, d'une part, de la création, de la multiplication d'une force vive perpétuelle, et, d'autre part, l'impossibilité absolue d'annihiler une force une fois produite.

Ainsi, quand on considère de haut et dans leur ensemble les forces naturelles qui sont en jeu dans l'univers, on reconnaît que rien ne se perd, rien ne se crée dans la nature, mais que tout s'y convertit et s'y transforme. Si l'on arrivait à bien faire pénétrer cette vérité immuable dans les esprits des chercheurs et des rêveurs qui surgissent

aujourd'hui plus nombreux que jamais, que d'efforts inutiles d'intelligence et d'activité on leur épargnerait! que de pertes de temps et d'argent on conjurerait par ce moyen!

2

Études sur les corps à l'état sphéroïdal, par M. Boutigny (d'Évreux).

Les phénomènes que M. Boutigny (d'Évreux) a découverts et désignés sous le nom général d'*état sphéroïdal de la matière* ont été l'objet, en France, de bien peu d'études de la part des physiciens. Ils ont excité beaucoup plus d'intérêt à l'étranger, et nul n'a eu la pensée de s'y élever contre le titre de *nouvelle branche de la physique*, que M. Boutigny a cru pouvoir donner à tout ce qui se rapporte à l'étude de cet ensemble de phénomènes dont l'examen attentif et patient lui a coûté vingt années de sa vie. Le peu d'accueil qui a été fait parmi nous à cette découverte est d'autant plus difficile à expliquer, que les expériences qui mettent en relief les propriétés de la matière à l'état sphéroïdal, sont d'une simplicité extrême. Nous allons essayer de donner une idée de ce qu'il faut entendre par l'*état sphéroïdal* des corps et de signaler les applications que ce nouvel ordre de faits physiques a déjà reçues dans quelques parties des sciences.

Considéré de la manière la plus générale, l'*état sphéroïdal* n'est rien moins qu'une nouvelle forme physique que les corps peuvent affecter. Aux trois états, solide, liquide et gazeux, que l'on reconnaît à la matière, il faudrait ajouter, selon M. Boutigny, l'*état sphéroïdal*, qui diffère de chacune des trois autres formes attribuées jusqu'ici aux corps matériels. En quoi consiste donc l'état sphéroïdal des corps?

Il n'est personne qui ne se soit amusé, au coin de son foyer, à faire rougir une pelle à feu et à y jetter quelques

gouttes d'eau ou de salive; on a remarqué alors que cette eau, au lieu de disparaître subitement par une évaporation instantanée, se met à tourner sur elle-même avec rapidité, à courir sur la pelle sous forme d'une gouttelette arrondie, en s'évaporant avec une telle lenteur qu'elle ne disparaît qu'au bout d'un temps fort long. Dans cette circonstance, l'eau est passée à l'*état sphéroïdal*.

Quand un corps a revêtu cet état particulier, il présente des propriétés bien différentes de celles qui appartiennent aux liquides, aux solides et aux gaz. Il est devenu impénétrable au calorique, et sa température demeure toujours invariable, quel que soit le degré de chaleur communiqué au vase qui le renferme; il ne mouille plus ce vase, et son contact avec lui est impossible.

Tous les liquides autres que l'eau peuvent prendre, par l'action de la chaleur, cet état sphéroïdal, et reproduire identiquement le même phénomène. C'est ainsi que l'alcool, l'éther, les huiles volatiles, etc., projetés sur une pelle incandescente, y prennent cet état.

Si, au lieu d'opérer avec une simple pelle à feu, on emploie des instruments de laboratoire, si l'on place, par exemple, dans un fourneau de coupelle chauffé à une température extrêmement élevée, une capsule de platine, dans laquelle on laisse tomber quelques gouttes d'eau, cette eau n'entre jamais en ébullition et se maintient toujours à une température inférieure à 100°. Bien plus, de l'eau bouillante versée dans une capsule chauffée à blanc s'y refroidit aussitôt de quelques degrés, et ne peut plus se maintenir en ébullition. Ce fait a été longtemps déclaré incroyable et impossible, parce qu'il était contraire à tous les faits physiques connus à cette époque; il est pourtant rigoureusement vrai; un poëte, qui n'était pas physicien, a dit avec beaucoup de sens :

Le vrai peut quelquefois n'être pas vraisemblable.

M. Boutigny a observé des centaines de faits analogues au précédent. Nous citerons les plus frappants.

Si l'on met dans une capsule de platine des cristaux d'azotate d'ammoniaque, et si l'on chauffe ensuite peu à peu la capsule jusqu'au rouge, ce sel prend feu, brûle et disparaît sans laisser de résidu. C'est là un fait bien connu des chimistes, car on prépare dans les laboratoires le protoxyde d'azote en décomposant par la chaleur l'azotate d'ammoniaque. Mais si, au lieu de chauffer peu à peu la capsule contenant ce sel, on la fait préalablement rougir, et que l'on projette ensuite l'azotate d'ammoniaque dans ce vase incandescent, le sel n'est plus décomposé, il devient incombustible. Si l'on retire du feu la capsule rougie contenant l'azotate d'ammoniaque à l'état sphéroïdal, et qu'on la laisse refroidir, on voit ce sel, arrivé à un degré inférieur de température, se décomposer et disparaître.

L'acide sulfureux liquéfié est un corps tellement volatil, qu'il s'évapore spontanément en quelques minutes quand on l'expose à l'air ambiant. Il semblerait dès lors que, si 'on projette ce liquide dans un vase chauffé au rouge lanc, il va s'y volatiliser aussitôt, en produisant une véitable explosion. Mais, tout au contraire, il s'y refroidit un tel point que sa température s'abaisse jusqu'à 10 derés au-dessous de zéro. C'est de cette manière que . Boutigny a fait l'expérience étonnante qui consiste à oduire de la glace dans un creuset rougi au feu. En ef, si dans une capsule de platine rougie à blanc et conant de l'acide sulfureux passé à l'état sphéroïdal, on rse quelques grammes d'eau, le contact de l'acide sulfux, qui se trouve refroidi à 10 degrés au-dessous de o, solidifie cette eau à l'instant même, et *l'on retire un rceau de glace d'un vase chauffé à la température du fer fusion.*

our expliquer un fait si extraordinaire, il faut admettre, M. Boutigny, que les corps à l'état sphéroïdal sont

impénétrables à la chaleur. On comprend dès lors que l'acide sulfureux, bien que placé au milieu d'un vase chauffé à blanc, ne reçoive en aucune manière l'impression du calorique extérieur. Il s'évapore lentement dans cette circonstance, comme il le ferait à la température ordinaire, et son évaporation provoque nécessairement du froid. Si, maintenant, l'on projette une petite quantité d'eau sur l'acide sulfureux ainsi refroidi, son contact peut déterminer la congélation de l'eau et la formation de la glace.

On comprend que des faits aussi curieux aient vivement impressionné l'auteur de ces découvertes. Aussi a-t-il varié de mille manières ce genre d'expériences. Un jour, par exemple, il fait rougir à blanc une sphère de platine et la plonge dans l'eau. On penserait sans doute que le contact de ce corps chauffé à blanc doit provoquer une véritable explosion, par la violence avec laquelle va s'établir l'ébullition de l'eau. Mais, au contraire, l'eau s'écarte respectueusement de la sphère métallique, qui continue à se maintenir au rouge blanc au milieu du liquide, qui l'environne sans la toucher. Ce singulier phénomène ne cesse qu'au bout de quelque temps. La température du métal s'étant un peu abaissée, et son état sphéroïdal ayant disparu, il peut alors être mouillé par l'eau et se trouver en contact avec le liquide. Tout aussitôt, l'eau bout avec violence.

M. Boutigny s'est demandé si ces divers faits n'avaient pas quelque relation avec les *épreuves par le feu*, et tant d'autres phénomènes rapportés par les nombreux historiens qui ont parlé d'individus maniant, sans inconvénient pour eux, le fer rouge et les métaux en fusion. Persuadé que l'état sphéroïdal pouvait fournir l'explication d'un grand nombre de ces faits, M. Boutigny s'est mis courageusement à expérimenter par lui-même, et il a reconnu que différents corps chauffés au rouge blanc peuvent être mis, sans le moindre danger, en contact avec nos orga-

nes, si l'on a seulement la précaution de mouiller légèrement la partie du corps que l'on va exposer à l'action de la chaleur. Dans ce cas, la petite quantité d'eau qui les revêt, prenant l'état sphéroïdal, forme autour d'eux une enveloppe impénétrable au calorique. M. Boutigny a pu, sans être aucunement brûlé, plonger sa main dans un bain de plomb fondu et dans un jet de fonte incandescente.

Ces expériences, si dangereuses en apparence, mais en réalité inoffensives, ont été répétées par un grand nombre d'observateurs, entre autres par MM. Babinet, Covlet, Desdouits, Despretz, Perrey, etc.

Rassuré par ces résultats et confiant dans la *théorie*, chacun peut aujourd'hui, et sans le moindre risque, couper, fouetter de la main, un jet de fonte *incandescente* s'échappant de la gueule d'un fourneau de fondeur, pourvu qu'il ait eu la simple précaution.... de se laver les mains une minute avant l'opération.

M. Boutigny a publié, en 1857, une troisième édition du livre qu'il a consacré à l'examen approfondi de cette question, et qui a pour titre : *Études sur les corps à l'état sphéroïdal*. On peut ne pas partager toutes les idées de l'auteur sur bien des points qu'il examine ; mais, ce qui est certain, c'est que cet ouvrage, consacré à l'étude de l'un des phénomènes les plus originaux et les plus neufs de la physique moderne, restera comme une des productions scientifiques les plus curieuses de la première moitié du XIX[e] siècle.

3

Étude optique des vibrations sonores ; moyen de représenter à l'œil les mouvements vibratoires produits par les sons.

La physique nous a appris que l'élévation ou la gravité des sons musicaux dépend du nombre plus ou moins

grand de vibrations que le corps sonore exécute dans un temps donné. Un son très-aigu est dû à un nombre de vibrations très-considérable et qui peut dépasser le chiffre de 30 000 par seconde. Un son grave n'exécute que 4 ou 5 mille vibrations dans le même espace de temps. Mais il est très-difficile de mesurer rigoureusement le nombre de vibrations accompli par un corps en état de sonorité. Un jeune physicien, qui s'est fait remarquer par des travaux pleins d'originalité dans l'étude des phénomènes de l'acoustique, M. Lissajoux, a imaginé une méthode nouvelle et très-ingénieuse de mesurer ces vibrations. Il est parvenu à rendre appréciables à l'œil les vibrations sonores, à *faire voir les sons* au lieu de les entendre, ce qui donne le moyen de procéder avec rigueur à la mesure des vibrations moléculaires auxquelles ils sont dus. Comparer, sans le secours de l'oreille, les mouvements vibratoires de deux corps sonores, déterminer le rapport exact du nombre de vibrations qu'ils exécutent dans un temps donné et tous les caractères des périodes de leurs vitesses relatives, tel est le problème que M. Lissajoux s'est posé et qu'il a résolu de la manière la plus satisfaisante, à l'aide d'une méthode particulière de son invention.

La méthode d'observation imaginée par M. Lissajoux a pour caractère général de transformer un phénomène d'acoustique en un phénomène d'optique. Voici sur quels principes reposent les moyens mis en usage par M. Lissajoux pour arriver à ce curieux résultat.

Si l'on fixe un petit miroir à la face extérieure de l'une des branches d'un *diapason* ordinaire, c'est-à-dire de l'instrument qui sert à donner le ton aux orchestres, et que l'on fasse tomber sur ce petit miroir un rayon de soleil, il est évident que tant que le diapason demeurera immobile, c'est-à-dire ne produira aucun son, et par conséquent aucune vibration, le rayon de soleil qui vient tomber à sa

surface se réfléchira selon la loi ordinaire de la réflexion, et qu'il ira produire une image immobile sur un écran disposé sur le trajet de ce rayon. Mais si l'on fait vibrer le diapason, le rayon réfléchi vibre dans le même plan, et son extrémité, oscillant sur l'écran avec rapidité, ira tracer sur l'écran une image allongée dont l'étendue sera proportionnelle à l'amplitude du mouvement vibratoire. Il n'est donc plus nécessaire d'entendre ce son pour savoir qu'il existe, il suffit de jeter les yeux sur l'écran, et de suivre les variations d'étendue de la figure traçée par le rayon réfléchi.

Le même moyen d'observation peut servir à reconnaître si un diapason est d'accord avec un autre. Pour cela, on arme pareillement cet autre diapason d'un second miroir que l'on place sur le trajet du rayon réfléchi par le premier, en ayant soin de mettre les deux plans de vibration perpendiculaires l'un sur l'autre; le rayon réfléchi pour la seconde fois ira se rendre finalement sur l'écran d'observation. Si l'on fait vibrer isolément les deux diapasons, l'image lumineuse s'allongera dans un sens ou dans le sens perpendiculaire; si le premier diapason produit un allongement vertical, le second produira un allongement horizontal, et quand ils vibreront tous les deux à la fois, on aura à chaque instant la figure qui résulte de la combinaison ou des deux mouvements rectangulaires.

Si les deux diapasons mis en expérience de cette manière sont à l'unisson, la figure géométrique résultant de leurs vibrations et qui vient s'imprimer sur le tableau, qu'elle soit un cercle, une ligne droite ou une ellipse, restera permanente et semblable à elle-même. Si, au contraire, les deux diapasons ne sont pas à l'unisson, on verra se peindre sur l'écran une figure optique passant par toutes les formes possibles.

Si, au lieu d'être à l'unisson, les diapasons sont à l'octave, la figure optique est une espèce de 8 qui peut dégénérer en un sommet de parabole.

Dans cette représentation géométrique des sons, tous les intervalles musicaux simples sont représentés par des courbes particulières que l'auteur du mémoire a fait connaître.

Sans pousser plus loin cet exposé théorique général de la remarquable méthode d'observation, imaginée par M. Lissajoux, nous arriverons à l'indication sommaire des moyens pratiques employés par ce physicien pour apprécier comparativement le nombre de vibrations provenant de deux corps sonores. Voici comment procède M. Lissajoux pour comparer, par exemple, le nombre de vibrations donné par deux diapasons différents.

Pour comparer deux diapasons, c'est-à-dire apprécier le nombre relatif de vibrations qu'ils accomplissent dans un temps donné, on dispose l'un de ces diapasons horizontalement; sur l'une de ses branches on place une lentille de verre, sur l'autre on pose un petit contre-poids destiné à équilibrer la lentille; on dispose ensuite verticalement le second diapason. L'extrémité supérieure de l'une des branches de ce diapason vertical porte une petite saillie très-vivement éclairée qui constitue le point lumineux, elle doit donc se trouver sur l'axe de la lentille à une distance convenable, comme un objet au foyer du microscope; il reste ensuite à orienter le plan de ce deuxième diapason, pour que ses vibrations soient perpendiculaires à celles du premier, et par conséquent perpendiculaires au mouvement de la lentille objective. Ces conditions une fois remplies, à l'instant où les deux diapasons sont mis en vibration sonore, la courbe résultante apparaît au foyer du microscope ou de la lunette.

Au lieu de comparer la vibration de deux diapasons, on peut se proposer de soumettre au même genre d'examen une corde vibrante et un diapason. Dans ce cas, le second diapason de l'expérience précédente est remplacé par la corde, dont les vibrations doivent être horizontales et per-

pendiculaires à celles de la lentille; pour former le point lumineux, il suffit de faire tomber sur la corde, au point où elle croise l'axe optique, une ligne lumineuse produite au foyer d'une lentille cylindrique sur laquelle on projette la lumière électrique ou celle d'une lampe. Cela fait, le son du diapason et celui de la corde donnent immédiatement leur résultante.

Nous devons nous borner à faire connaître ici le principe général sur lequel reposent les intéressantes recherches de M. Lissajoux. Nous ajouterons seulement, pour donner une juste idée de leur valeur scientifique, que, sur la proposition de M. Pouillet, l'Académie des sciences a ordonné l'insertion du travail de M. Lissajoux dans les *Mémoires des savants étrangers*. C'est la plus grande marque d'honneur dont l'Académie dispose pour les travaux des savants qu'elle ne compte pas dans son sein

4

Machine à vapeur réchauffée de M. Seguin aîné.

Le projet des machines à air chaud, ou à vapeur réchauffée, c'est-à-dire des appareils dans lesquels une même masse d'air ou de vapeur, alternativement réchauffée et refroidie, sert de puissance motrice, continue, à juste titre, de préoccuper les savants. M. Seguin aîné, l'une des gloires de l'industrie française, étudie depuis vingt ans ce projet, qui constitue l'application pratique de la belle théorie qu'il a tant contribué à propager sur l'identité de la chaleur et de l'effort mécanique. En janvier 1855, M. Séguin aîné soumit à l'Académie des sciences le plan qu'il avait conçu pour construire une machine motrice fondée sur le grand principe qui considère le calorique et le mouvement comme des manifestations, sous des formes différentes, des effets d'une seule et même cause. Depuis

cette époque, il a pu se livrer à toutes les expériences qu'il importait de faire avant d'entreprendre l'exécution de sa machine. Nous n'entrerons pas ici dans le détail des expériences faites par M. Seguin sur les diverses questions qu'il a dû étudier à ce sujet; mais nous présenterons une description sommaire de sa machine, pour faire connaître aux nombreux mécaniciens qui poursuivent le même objet, le résultat pratique auquel il est parvenu pour la construction d'un appareil moteur de ce genre, fonctionnant avec puissance et régularité.

La *machine à vapeur réchauffée* de M. Seguin se compose d'un piston creux en fonte, de $1^m,50$ de longueur et de $0^m,20$ de diamètre, alésé sur toute sa longueur. Une bielle, fixée à l'extrémité de la tige de ce piston, s'adapte à une manivelle fixée à un arbre de 10 centimètres de diamètre, sur lequel est établi un volant de 3000 kilogrammes.

Le générateur, dans lequel doit se réchauffer la vapeur, se compose de deux tubes de 3 mètres de longueur, de 8 centimètres de diamètre intérieurement, et de 1 centimètre d'épaisseur; ils sont réunis l'un à l'autre par un coude de même métal, et enveloppés dans un massif en fonte de fer ayant partout une épaisseur de 6 centimètres au moins.

Entre le générateur et le cylindre, se trouve une pièce en fonte, percée de deux ouvertures munies de clapets, qui permettent à la vapeur de passer du cylindre dans la partie supérieure du générateur, et de la partie inférieure du générateur dans le cylindre; en sorte que la vapeur accomplit continuellement un mouvement de va-et-vient qui lui permet d'aller puiser, à chaque coup de piston, dans le générateur, la chaleur qu'elle a perdue en produisant l'effet mécanique.

Enfin, un condenseur en cuivre, entouré d'un réfrigérant rempli d'eau, se trouve placé au-dessus de la pièce de fonte intermédiaire entre le cylindre et le générateur,

et communique avec cette dernière au moyen d'un tube muni d'un robinet. La machine elle-même règle le mouvement de ce robinet, qui met en communication le générateur avec le condenseur pendant le coup négatif, pour enlever l'excès de chaleur qui reste à la vapeur après qu'elle a produit l'effet mécanique, et la ramener à l'état de vapeur saturée; elle interrompt ensuite cette communication pour permettre à la vapeur de se réchauffer de nouveau dans le générateur, et d'accomplir ainsi une suite de dilatations et de contractions successives.

M. Seguin a pourtant reconnu la nécessité, pour entretenir le jeu de la machine d'une manière régulière, d'introduire à chaque coup de piston une certaine quantité de vapeur nouvelle dans le générateur, ce qui remédie aux pertes de vapeur résultant de l'imperfection d'exécution inhérente à toutes les machines; on laisse ensuite échapper cette vapeur, qui peut être évaluée au dixième environ de la capacité du cylindre, par le condenseur[1].

Quelques dispositions secondaires, que nous passons ici sous silence, servent à rendre pratique ce système remarquable, où l'on voit réalisée d'une manière définitive cette idée, depuis longtemps conçue, de se servir de la même vapeur en la faisant passer par divers états de tension et de température.

On peut donc espérer que la machine à air chaud ou à vapeur réchauffée, qui a exercé en Amérique le génie d'Ericsson, et, en France, celui des mécaniciens du plus grand mérite, va perdre enfin, grâce aux nouveaux essais de M. Seguin, le caractère de simple machine d'essai,

1. Nous renvoyons pour le détail de la machine et les importantes épreuves faites à cette occasion par M. Seguin dans les ateliers de M. Farcot, à son mémoire original qui a paru en janvier 1857 dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, sous ce titre : *Mémoire sur un nouveau système de moteur fonctionnant toujours par la même vapeur, à laquelle on restitue, à chaque coup de piston, la chaleur qu'elle a perdue en produisant l'effet mécanique.*

qu'elle a eu jusqu'ici, pour faire un service régulier qui permettra d'apprécier avec certitude l'économie que présentera son emploi sur les autres systèmes actuellement en usage.

5

La pile voltaïque de M. Selmi, ou *pile à triple contact*.

La création d'une pile voltaïque économique, c'est-à-dire la production de l'électricité à bas prix, continue d'être le problème scientifique à l'ordre du jour. Donner le moyen de produire de l'électricité à bon marché, ce serait réaliser la révolution industrielle qui consiste à remplacer la vapeur par le fluide électrique employé comme force motrice. C'est là ce qui explique l'intérêt qui s'attache à toutes les tentatives ayant pour but de substituer aux dispositions actuelles de la pile de Volta, des dispositions plus économiques, de produire à moins de frais des courants voltaïques de la même puissance. La nouvelle pile imaginée par M. Selmi, professeur d'une université italienne, est présentée par l'inventeur comme devant répondre à ce *desideratum* capital. On ne possédait encore aucune description exacte de ce nouvel instrument; mais le *Cosmos*, recueil scientifique, dirigé par M. l'abbé Moigno, a donné une description de ce nouvel agent de force électrique.

D'après *le Cosmos*, la pile de M. Selmi se compose : 1° d'un verre ou vase récepteur ; 2° d'un élément positif, formé d'une lame de zinc roulée en cylindre ; 3° d'un élément négatif, formé d'une lame de cuivre roulée en hélice, suspendu ou porté par des fils de cuivre terminés à leurs extrémités par des crochets qui les mettent en contact avec un cercle métallique auquel communique aussi métalliquement l'élément positif, plongé enfin par sa partie inférieure dans le liquide excitateur. Par cette disposition, l'élément

négatif est en contact ou communique à la fois avec l'élément positif, avec le liquide, avec l'air : c'est cette circonstance qui a fait donner à cet instrument le nom de *pile à triple contact*. Deux fils de cuivre, soudés, l'un au cuivre, l'autre au zinc, font fonction de réophores ; l'un est le pôle négatif, l'autre le pôle positif. La lame de zinc a 5 ou 6 centimètres de largeur, 6 ou 7 centimètres de hauteur. La lame de cuivre a 7 mètres environ de longueur, 1 1/2 centimètre de hauteur ; les spires, au nombre de 20 ou 25, ne se touchent pas ; elles sont, au contraire, séparées par un petit intervalle vide, dans lequel le liquide monte par absorption capillaire. La capacité du vase de verre est d'un litre environ ; le liquide excitateur le plus avantageux est une solution concentrée de sulfate de potasse, formée de dix parties en poids de ce sel, dissoutes dans cent parties d'eau : si l'effet qu'on veut obtenir n'exige qu'un courant à faible tension, comme dans le cas de la télégraphie électrique, on réduit la proportion de ce sel à 6 ou même à 3 pour 100.

Lorsqu'un élément de cette pile est en activité, le liquide ou sulfate de potasse est décomposé ; l'acide se porte sur le zinc, qui d'abord s'oxyde, puis se transforme partie en sulfate ou sous-sulfate de zinc, partie en carbonate de zinc hydraté ; ces deux sels tombent au fond du vase à l'état de précipité ; la potasse, devenue libre, se porte sur le cuivre. Si la solution est peu concentrée, la pile conserve son activité pendant plusieurs semaines, à la seule condition d'ajouter de temps en temps un peu d'eau pour suppléer à celle qui s'évapore ; si la solution est concentrée, il faut agiter le liquide toutes les vingt-quatre heures, afin que l'alcali libre, qui entoure le cuivre, fasse précipiter les sels de zinc et que le liquide recouvre sensiblement sa conductibilité première.

L'utilité ou mieux la nécessité du triple contact du cuivre avec le zinc, l'eau et l'air, est facilement mise en évi-

dence, dit *le Cosmos*, par les faits suivants : 1° si l'on fait plonger entièrement l'élément négatif, l'intensité du courant mesuré par la déviation du galvanomètre diminue dans une proportion énorme ; elle reprend sa valeur primitive lorsque le cuivre plonge en partie dans le liquide, en partie dans l'air ; 2° tant que le cuivre ne plonge pas entièrement dans le liquide, il ne se dégage pas même une bulle d'hydrogène ; 3° si, lorsque le triple contact est établi, on recouvre le cuivre d'une cloche pleine de gaz oxygène, ce gaz est rapidement absorbé ; 4° si l'on suspend la communication métallique entre le zinc et le cuivre, le liquide est complétement inactif, le zinc ne s'oxyde presque plus, de sorte que, quand la pile à triple contact ne fonctionne pas, il n'y a pas consommation de zinc, alors même qu'il n'est pas amalgamé.

La force d'un élément de la nouvelle pile est à très-peu près la même que celle d'un élément de la pile de Daniell de mêmes dimensions ; elle reste sensiblement constante pendant quinze ou trente jours seulement, si la solution de sulfate de potasse est concentrée ; mais si la solution est plus ou moins faible, l'action continue toujours la même pendant un temps beaucoup plus long. Une pile de six éléments, mise en activité le 25 décembre 1856, n'avait presque rien perdu de sa force le 19 mai 1857, quoiqu'elle eût servi sans cesse à l'expédition des dépêches.

Le Cosmos termine la note qu'il consacre à la description de la pile de M. Selmi en faisant ressortir l'économie que doit amener son emploi. Selon l'auteur, cette économie résulte surtout de ce fait, qu'en reprenant le précipité déposé au fond du vase, et le traitant par une petite quantité de lait de chaux, ce précipité se change en oxyde de zinc, qui représente un produit d'une assez grande valeur commerciale, et qui a presque la valeur du zinc métallique, car le zinc coûte environ 1 franc le kilogramme, et l'oxyde ou blanc de zinc, 90 centimes.

Cette donnée est juste; mais nous ferons remarquer qu'elle n'implique pas, sous le rapport économique, une très-notable supériorité sur les piles voltaïques actuellement en usage. Rien n'empêcherait, en effet, dans les piles de Bunsen dont on se sert aujourd'hui, de reprendre le sulfate de zinc, qui se forme pendant la marche de cet instrument, et de le traiter par un lait de chaux, pour en retirer l'oxyde de zinc, comme l'indique M. Selmi. Dans ce cas, il n'y aurait d'autre perte, avec la pile de Bunsen, que celle de l'acide azotique, qui se détruit dans cet instrument sans laisser de résidu fixe. Mais il faut bien faire remarquer que l'oxyde ou blanc de zinc, qui a aujourd'hui une certaine valeur commerciale, perdrait considérablement de son prix si la pile voltaïque devenait d'un emploi général dans l'industrie, comme force motrice ou pour toute autre application. Dans ces circonstances, en effet, une masse si considérable de blanc de zinc serait jetée dans le commerce, qu'il ne trouverait plus de débouchés suffisants et perdrait toute valeur.

La pile de M. Selmi nous paraît donc se recommander plutôt par les dispositions ingénieuses et nouvelles qu'elle présente au point de vue scientifique, que par la considération de l'économie.

6

Le baromètre à balance du père Secchi.

Le baromètre, c'est-à-dire l'instrument destiné à apprécier les variations de la pression de l'air, est resté bien longtemps stationnaire; si l'on en excepte les modifications apportées à sa construction par Gay-Lussac pour le rendre portatif, il n'a reçu, depuis son origine, que quelques améliorations de détails. Le père Secchi, directeur de l'observatoire de Rome, a imaginé en 1857 une disposition

de cet instrument qui repose sur un principe essentiellement nouveau. Conservant le baromètre à cuvette, ce physicien propose de mesurer les variations de la colonne de mercure, non par les différentes hauteurs occupées par le mercure dans la colonne barométrique, mais par l'indication directe des variations de poids du mercure de cette colonne.

Le principe sur lequel repose la construction du *baromètre à balance* du père Secchi est le suivant :

Si, tenant à la main le tube de verre d'un baromètre dont la cuvette repose sur une table, on essaye de soulever ce tube plein de mercure, l'effort nécessaire pour le soutenir en l'air sera égal à celui qui est exercé par l'atmosphère sur le mercure de l'instrument, c'est-à-dire au poids du mercure renfermé dans ce tube, et qui s'élève ou s'abaisse dans son intérieur selon les variations de la pression de l'air. Par conséquent, si, au lieu de tenir à la main le tube du baromètre, on l'accroche à l'un des plateaux d'une balance, et que l'on place dans l'autre plateau les poids nécessaires pour rétablir l'équilibre, on pourra peser, ou exprimer en poids la pression atmosphérique. Quand le mercure viendra à s'élever ou à s'abaisser, selon les variations de la pression atmosphérique, dans l'intérieur du tube, les poids qu'il faudra ajouter ou retrancher dans le plateau opposé de la balance, pour maintenir l'équilibre, donneront la mesure exacte des variations de la pression atmosphérique. Comme il ne s'agit point d'avoir le poids absolu du mercure contenu dans le tube, mais seulement la mesure absolue de ces variations, il n'est point nécessaire de faire, pour chaque observation, une pesée proprement dite. On peut donc se borner à attacher au fléau de la balance, une longue aiguille, dont l'extrémité parcourt les degrés d'un cadran divisé, et qui accuse, à l'œil, toutes les variations de la pression de l'air.

L'appareil que le père Secchi a fait construire, est une espèce de balance romaine, au petit bras de laquelle est suspendu un tube barométrique de quinze millimètres de diamètre, et équilibré, de l'autre côté, par des poids. Pour observer les mouvements de la balance coïncidant avec les variations de la hauteur du mercure dans l'instrument, il existe, au-dessus du couteau de suspension de la balance, un miroir dans lequel on regarde, à l'aide d'une lunette, une échelle graduée placée à distance, et parcourue par une petite aiguille attachée au fléau. Une variation d'un dixième de millimètre de la colonne barométrique est accusée par un mouvement de l'image de cette aiguille de six millimètres d'étendue; c'est donc une amplification de soixante fois le mouvement initial, et l'on pourrait pousser plus loin encore le grossissement.

D'après le savant directeur de l'observatoire du Collége romain, cette combinaison du baromètre et de la balance offrirait plusieurs avantages. Comme la pression de l'atmosphère est évaluée par une pesée, et non par l'observation de la hauteur d'une colonne liquide, il n'est plus nécessaire de rendre ce liquide visible à l'extérieur. Au lieu de le placer, comme on le fait aujourd'hui, dans un tube de verre, on peut donc se servir, pour contenir le mercure, d'un tube de fer, qui est bien plus facile à transporter, bien moins fragile que le verre. En second lieu, comme, en augmentant le diamètre du tube, on augmente le poids et la force qui naît de l'élévation et de l'abaissement de ce poids, on peut accroître beaucoup la sensibilité de cet appareil sans nuire à la précision des observations. On peut même consacrer l'excédant de cette force à faire mouvoir un crayon qui enregistrerait lui-même sur le papier les indications du baromètre. Ajoutons qu'avec cette disposition nouvelle, on n'a pas à s'inquiéter, comme on est obligé de le faire avec le baromètre actuel, de la pureté du mercure, de sa densité plus ou moins grande, de

la température extérieure et des variations de la force de la pesanteur aux différentes latitudes du globe. Avec le baromètre ordinaire, on est obligé de tenir compte de toutes ces circonstances, car elles exercent une influence sur le volume du mercure, et, par conséquent, sur la hauteur de la colonne qu'il faut mesurer pour évaluer la pression atmosphérique. Ici, au contraire, le poids du mercure est donné immédiatement; toutes ces corrections deviennent donc inutiles. Disons enfin que ce qui a empêché, jusqu'ici, de construire des baromètres avec des liquides autres que le mercure, c'est la difficulté de se procurer ou de manier des tubes de verre d'une très-grande longueur. Grâce à la nouvelle disposition imaginée par le physicien romain, et en faisant usage de tubes de fer, on pourra construire des baromètres avec de l'eau, de l'huile, de l'alcool, etc.; et peut-être l'expérience mettra-t-elle en évidence quelques avantages propres à ce nouveau mode de construction.

Le *baromètre à balance* du père Secchi fonctionne a l'observatoire de Rome. Ses indications devancent toujours celles du baromètre ordinaire, ce qui dénote une sensibilité plus grande. Il reste seulement à reconnaître si cet instrument sera d'un usage commode dans la pratique, et s'il sera possible de le transporter d'un lieu à un autre comme le baromètre actuel. Nous en doutons.

7

Nouveau baromètre à siphon.

Gay-Lussac a donné au baromètre à siphon une forme particulière qui permet de transporter cet appareil en voyage, sans crainte de le voir briser par les accidents de la marche, et qui ne lui ôte rien d'ailleurs de l'exac-

titude de ses indications. Arago, de son côté, a proposé, dans le même but, pour le baromètre à cuvette, une disposition spéciale que l'on trouve exposée dans le troisième volume de son *Astronomie populaire*. M. Trouessart, professeur de physique à la Faculté des sciences de Poitiers, s'est proposé de perfectionner l'appareil de Gay-Lussac, c'est-à-dire d'obtenir un baromètre à siphon d'un transport facile, susceptible d'être mis promptement en observation et de fournir des indications rigoureuses. Ce jeune physicien est parvenu à ce résultat en appliquant au baromètre à siphon, mais par un mécanisme très-différent, ce qu'Arago avait proposé pour rendre portatif le baromètre à cuvette.

Un voyageur qui désire se livrer à des observations scientifiques ne manque jamais de se munir d'un baromètre; mais, dès les premières heures de sa marche, cet instrument se trouve brisé ou rendu inutile par la rentrée de l'air dans le tube, à la suite des agitations et des secousses que le métal a reçues pendant le transport. Il était donc bien désirable que l'on pût placer entre les mains des voyageurs un baromètre qui ne fût point sujet à des accidents de ce genre. Arago pensa que l'on atteindrait ce but, mieux encore qu'avec le baromètre à siphon de Gay-Lussac, en faisant usage d'un baromètre à cuvette que l'on pourrait remplir sur place, opération qui ne devait pas prendre plus de deux minutes. Seulement, il fallait tenir compte, à chaque fois, de la quantité d'air que le mercure, employé ainsi, c'est-à-dire sans l'avoir fait bouillir pour en chasser l'air, retient et laisse dégager dans le vide de la chambre barométrique.

Arago a publié en 1826, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, une note sur le moyen qu'il convient d'employer pour mettre cette idée à exécution. Ce moyen consiste à rendre mobile le tube de verre qui forme la chambre barométrique, afin que l'on ait la faculté d'augmenter ou

de diminuer à volonté, et dans des rapports connus, la capacité de cet espace.

« Cette disposition permettra, dit Arago, de porter en voyage le mercure à part et de n'en remplir le tube qu'au moment de l'expérience, sans soumettre le liquide à aucune ébullition. Il est facile de voir, en effet, que si l'on fait une observation dans un certain état de la chambre barométrique, et qu'on la répète aussitôt après avoir réduit la capacité de cette chambre au dixième de sa valeur primitive, la petite quantité d'air sec qui pourra s'y trouver, produira juste deux fois plus d'effet dans la seconde observation que dans la première. La différence des deux hauteurs, divisée par 9, sera donc ce qu'il faudra ajouter à la première, pour la ramener à ce qu'on aurait trouvé avec un baromètre entièrement purgé d'air. »

Grâce à ce procédé d'observation et de réduction, on a pu, pendant les voyages, transporter le mercure à part dans un vase de fonte, construire le tube barométrique en fer, et réduire toute la partie fragile de l'instrument à un cylindre de verre de 8 à 10 centimètres de long, que l'on visse sur le tube de fer au moment de l'observation, et que l'on renferme, après l'observation, dans un petit étui semblable aux étuis de thermomètre.

Plusieurs baromètres à cuvette, ainsi modifiés, ont été construits en France. En 1844, Arago présenta à l'Académie des sciences un de ces instruments, construit par Gambey. On a mis en usage pour les observatoires, en Russie, le baromètre ainsi modifié. Cependant cette forme du baromètre à cuvette, appropriée aux nécessités du voyage, n'est pas devenue d'un usage général, et l'on a continué de se servir, dans ce cas, du baromètre à siphon modifié par Gay-Lussac.

C'est également le baromètre à siphon que M. Trouessart vient de modifier pour le rendre portatif, et il y est parvenu en appliquant à ce cas le principe imaginé par Arago pour le baromètre à cuvette. Il s'agissait de construire un baromètre à siphon que l'on pût remplir sur

place au moment de l'observation, avec la faculté de déterminer immédiatement la quantité d'air qui passe dans la chambre barométrique quand on opère avec du mercure non bouilli.

Voici la solution très-ingénieuse que M. Trouessart a donnée de ce problème. Les deux branches du baromètre à siphon sont reliées l'une à l'autre par un tube de caoutchouc de 20 à 30 centimètres de long, dont la flexibilité permet de remplir le baromètre avant de le courber, de le redresser ensuite, et de courber en même temps le tube de caoutchouc formant la *crosse*, puis de relever ou d'abaisser à volonté la *branche-cuvette*, de manière à augmenter ou à diminuer, autant qu'on le désire, la chambre barométrique. Cette dernière partie du tube se trouve divisée en parties d'égale capacité. L'appareil est dressé sur une échelle divisée en centimètres et millimètres, comme à l'ordinaire; seulement, la branche-cuvette reste mobile et la crosse en caoutchouc pend librement au-dessous. Il est ainsi facile d'exprimer : 1° le volume de la chambre barométrique, que l'on peut toujours faire coïncider avec un nombre exact de divisions d'égale capacité; 2° la différence des hauteurs des deux niveaux du mercure dans les deux branches. Après avoir lu ces deux nombres, on relève ou on abaisse la branche-cuvette jusqu'à ce que le volume de la chambre barométrique ait varié de 2 à 1, ou de 1 à 2, et on lit quelle est la nouvelle différence des deux niveaux. Il suffit alors de retrancher l'une de l'autre les deux hauteurs observées, et d'ajouter le résultat à la plus grande, pour avoir la vraie hauteur du baromètre.

On voit que le seul point important, la seule difficulté, dans cette disposition nouvelle du baromètre, c'est de diviser très-exactement la chambre barométrique en parties d'égale capacité. Il est une manière très-simple d'obtenir cette division. Elle consiste à verser successivement dans le tube des poids égaux de mercure, et à marquer avec une

pierre à fusil les niveaux successifs du mercure pris à l'extrémité de la convexité de sa surface. Mais, indépendamment des erreurs que l'on peut commettre dans les pesées, la première des divisions ainsi mesurées est toujours plus grande que les suivantes d'une quantité égale au volume du menisque compris entre le plan tangent horizontal à la surface convexe du mercure et cette surface elle-même.

M. Trouessart donne un autre moyen de diviser la chambre barométrique en parties d'égale capacité. Mais nous croyons que l'on pourra se contenter, dans la plupart des cas, du moyen précédent, qui est le plus simple et le plus direct, sinon le plus rigoureux.

M. Trouessart laisse aux constructeurs le soin de choisir la disposition la plus convenable à donner à l'échelle de son baromètre portatif. Il y aurait d'ailleurs peu de chose à changer à l'enveloppe du baromètre de Gay-Lussac; la gaîne de laiton divisée contiendrait le long tube; le caoutchouc traverserait la base et viendrait se rattacher à la branche-cuvette, qui serait reçue dans une seconde gaîne parallèle à la première et s'ouvrant à charnière; cette branche-cuvette serait mobile dans cette gaîne à l'aide d'une crémaillère et d'un petit pignon fixé à la première enveloppe.

Dans les baromètres construits pour son usage, M. Trouessart a fixé la longue branche sur le tranchant d'une règle en bois, à l'aide de deux pitons. Le tube en caoutchouc traverse le piton inférieur et vient se rattacher à la branche-cuvette qui se meut le long du tranchant opposé à la règle, au moyen d'un cordon et d'un petit treuil fixé au-dessus. Deux colliers à charnières guident le mouvement de cette branche. La règle est divisée des deux côtés, et un petit vernier mobile à la main permet de mesurer des dixièmes de millimètres. Les baromètres ainsi construits ont donné, depuis un an, des résultats qui s'accordent

très-sensiblement entre eux et avec ceux d'un bon baromètre de Gay-Lussac.

8

L'hydrostat de M. Kœppelin, de Colmar; emploi de cet instrument de pesage dans les manufactures de l'Alsace.

On se sert depuis quelque temps, dans plusieurs filatures de l'Alsace, d'un instrument de pesage très-ingénieux, qui n'est sujet à aucune détérioration ni usure, qui se recommande par son extrême justesse et son bas prix, et qui peut s'employer avec avantage dans les ateliers et les manufactures pour toutes les pesées qui n'ont pas pour objet la vente publique des marchandises dans un magasin de commerce. Imaginé par M. Kœppelin, professeur de physique au lycée de Colmar, cet appareil n'est autre chose, en réalité, que l'aéromètre de Nicholson, fort ingénieusement adapté à la pratique.

L'exactitude des indications de l'aéromètre, l'exquise sensibilité de cet instrument, qui résulte surtout de ce qu'il est tout à fait exempt de frottement, faisaient depuis longtemps regretter que l'on ne pût appliquer ce principe à un pesage régulier et général. M. Kœppelin s'est livré, dans ce but, à des recherches suivies, et il est parvenu à construire un appareil qui peut remplacer les balances actuelles.

L'*hydrostat* de M. Kœppelin est fondé sur l'équilibre que l'on peut établir, régler et diriger entre la force ascensionnelle d'un corps flottant sur l'eau et le poids que ce flotteur est destiné à porter. Cet appareil se compose d'une boîte cylindrique remplie d'air, hermétiquement fermée de toutes parts, et plongeant entièrement dans l'eau contenue dans un bassin. Ce flotteur est muni de deux fils d'acier argenté, qui sortent verticalement de la surface de l'eau, et

qui sont fixés aux extrémités d'une traverse horizontale, portant au milieu une tige à laquelle sont suspendus deux plateaux de balance superposés, dont l'un contient les poids qui ont servi à faire immerger le flotteur et dont l'autre est destiné à supporter le corps à peser.

Avant de commencer la pesée, on observe le point fixe auquel s'est arrêté la traverse horizontale; alors on place le corps à peser sur le plateau qui lui est destiné, et on enlève sur l'autre plateau autant de poids qu'il en faut pour ramener l'instrument au point d'immersion primitif. Les poids enlevés sont le résultat de la pesée.

Comme, dans le jeu de cette balance, c'est l'eau déplacée par les fils d'acier qui règle les dernières petites fractions du chemin à parcourir par le flotteur, il en résulte que la précision de cet instrument dépend de la grosseur de ces fils. Il faut donc varier celle-ci, selon le plus ou moins de précision que l'on veut atteindre.

La pesée se fait promptement, puisque cet instrument ne présente pas les oscillations qui ont lieu dans le jeu des balances ordinaires. L'hydrostat chargé du poids de plusieurs kilogrammes reste néanmoins sensible à la minime charge d'un centigramme; ce qui s'explique par l'absence de tout frottement, hormis celui de l'eau, contre la surface du flotteur.

Il n'est pas établi à nos yeux, que, sous le rapport de l'exactitude rigoureuse des indications, l'hydrostat de M. Kœppelin puisse l'emporter sur les balances dont on se sert aujourd'hui pour les analyses chimiques, et qui vont jusqu'à accuser un dixième de milligramme avec une charge de sept cents à huit cents grammes. D'ailleurs, pour obtenir avec cet appareil des résultats d'une précision rigoureuse, il faudrait nécessairement tenir compte des variations de la température extérieure, qui influe sur le volume du liquide. La nécessité de faire ces corrections permettrait difficilement de substituer l'hydrostat à nos balances ordi-

naires dans un laboratoire de physique ou de chimie. Mais ces conditions d'exactitude rigoureuse peuvent être négligées sans inconvénient pour le pesage des matières industrielles. Aussi, l'hydrostat de M. Kœppelin, dont l'usure est à peu près nulle et le prix fort peu élevé, a-t-il pu recevoir une application utile dans les manufactures.

On a fait, en Alsace, une heureuse application de cet instrument à l'industrie de la filature du coton. MM. Haussmann, Jordan et Hirn, à Colmar, l'ont réalisée les premiers, en se servant de l'hydrostat pour le pesage du coton, qui sert à la confection des nappes. Cet appareil nouveau facilite le travail des ouvrières et le rend surtout infiniment plus expéditif. Ces faits ont été reconnus par une commission nommée par la Société industrielle de Mulhouse. Il nous suffira, pour donner une idée de la sensibilité de cet instrument, de dire qu'il a été constaté, par la commission de Mulhouse, qu'un hydrostat chargé d'un poids de 90 kilogrammes était sensible à l'addition de 5 décigrammes.

9

Le saccharimètre.

De l'admirable série de ses recherches sur les propriétés optiques des corps transparents, et sur le pouvoir rotatoire des différentes substances solides et liquides, M. Biot a tiré une des applications pratiques les plus précieuses et les plus élégantes que la science possède aujourd'hui. Il a construit un instrument, le *polarimètre*, qui permet sans aucune analyse chimique, par la simple inspection d'un liquide contenu dans un tube, et par une opération qui n'exige que quelques minutes, d'effectuer le dosage exact de la quantité de sucre contenu dans ce liquide. L'instrument construit par M. Biot est mis à profit tous les jours dans les fabriques de sucre, pour doser la richesse des li-

quides sucrés, et dans les laboratoires, pour déterminer la quantité de sucre contenue dans l'urine des individus affectés de la maladie qui porte le nom de *diabètes*, et qui consiste dans l'apparition anormale du sucre dans ce liquide excrémentiel.

Les indications que donne le *polarimètre* de M. Biot sont d'une exactitude irréprochable; cependant elles exigent, pour se réaliser, des conditions particulières auxquelles un savant ayant tout son loisir peut seul se plier. Il faut opérer dans une chambre entièrement obscure, et y rester longtemps enfermé aaant de toucher à l'appareil, afin que les yeux de l'opérateur acquièrent plus de sensibilité. Si l'on veut se servir de la lumière blanche, il faut attendre qu'on puisse viser un nuage blanchâtre se détachant sur un ciel bleu, circonstance assez rare dans nos climats. De plus, la déviation n'étant pas la même pour tous les rayons simples qui composent la lumière blanche, on ne parvient jamais à éteindre complétement le rayon polarisé, alors même que la section principale du prisme bi-réfringent coïncide mathématiquement avec le plan de polarisation. On peut, il est vrai, ne point se préoccuper de prendre pour point de repère la teinte la plus sensible, et remplacer la lumière blanche par les rayons rouges que laissent passer certains vitraux d'anciennes églises; mais, pour qu'il y ait homogénéité parfaite de teinte, il faut que ce verre rouge ait une notable épaisseur, laquelle entraîne une grande perte de lumière, et rend l'observation très-difficile, souvent même impossible.

Il est donc facile de comprendre que dans l'industrie et dans la pratique médicale, on se soit bientôt trouvé dans la nécessité de chercher les moyens de simplifier les opérations qu'exige l'emploi du polarimètre pour le dosage du sucre. Il s'agissait de pouvoir exécuter les observations à toute heure du jour, avec la lumière du ciel, quelle qu'elle fût, ou bien avec une lumière artificielle. C'est dans ce but

que MM. Soleil et Dubosq ont construit leur *saccharimètre*, véritable chef-d'œuvre de science optique et de précision expérimentale. Toutefois, le grand nombre de pièces qu'il renferme, et qu'il faut travailler avec le plus grand soin, nécessitent des frais considérables, ce qui porte très-haut le prix de l'instrument.

Telle est la considération qui a engagé M. Robiquet, agrégé de physique à l'école de pharmacie de Paris, à rechercher s'il ne serait pas possible de simplifier l'appareil de MM. Soleil et Dubosq, en restreignant sa destination à la recherche analytique d'une seule variété de sucre, celui de diabètes.

Dès l'année 1838, M. le docteur Guérard, l'un des médecins actuels de l'Hôtel-Dieu, avait indiqué quel heureux parti on pourrait tirer des principes de la polarisation rotatoire pour l'analyse des urines diabétiques, et M. Biot lui-même, dans un de ses mémoires, publié en 1840, avait fortement insisté dans ce sens. C'est en suivant le même principe que M. Robiquet est parvenu à simplifier la construction du *saccharimètre*, en supprimant toutes les pièces qui ne se rapportent pas à l'analyse du sucre diabétique. Ne pouvant entrer ici dans les détails relatifs à la disposition de cet instrument, nous nous contenterons de la mention générale qui précède.

Il est probable, selon M. Robiquet, que le même instrument pourra servir à reconnaître la pureté des alcalis végétaux doués du pouvoir rotatoire.

10

Le stéréoscope remplacé par la lorgnette d'Opéra.

Nous avons parlé, dans le volume précédent de *l'Année scientifique*, du *stéréoscope-omnibus*, c'est-à-dire de la manière d'obtenir la vision stéréoscopique à l'aide d'une simple

carte percée de deux trous. Un physicien étranger, M. Zinelli, a trouvé le moyen de produire le même résultat physique avec une lorgnette de spectacle, c'est-à-dire de voir stéréoscopiquement, sans stéréoscope, une épreuve photographique. Voici la manière d'opérer :

L'épreuve doit être placée verticalement sur un piédestal, à la distance d'environ trois à quatre pieds d'une fenêtre, de telle façon que la lumière tombe sur elle de biais, un peu en avant. On regarde alors l'épreuve au moyen d'une lorgnette d'Opéra, en réglant, par une expérience préalable, la distance de la vision distincte, car cette distance varie avec la perspective et la puissance particulière des yeux. Après qu'on l'a trouvée, on voit l'épreuve stéréoscopiquement avec les reliefs et la perspective que présente la nature.

On peut aussi regarder de la même façon des peintures ou des dessins. Si ces œuvres sont bien exécutées, l'apparence est tout à fait celle de la nature; dans le cas contraire, on en reconnaît très-bien les défauts. Des images photographiques négatives regardées de cette manière produisent un imposant effet, et particulièrement les monuments, parce que les blancs des fenêtres les font paraître illuminés. On recommande, pour obtenir ces effets, d'entourer les épreuves d'un cadre noir, ou de les tirer avec des bords noirs au moyen de la photographie.

11

Le télestéréoscope.

Un physicien allemand, M. Helmholtz, a fait une ingénieuse application des principes du stéréoscope. Elle consiste à donner le moyen de réaliser l'effet du relief sur des objets placés à une grande distance dans un paysage

naturel. L'instrument qui permet d'obtenir cet effet a reçu de l'auteur le nom de *télestéréoscope*, c'est-à-dire *stéréoscope du lointain*. Voici, d'après *le Cosmos*, les principes sur lesquels repose ce nouvel instrument, que chaque amateur construira lui-même, et qui pourra devenir une sorte de meuble pour les salons des maisons de campagne qui jouissent d'une vue lointaine et d'un espace vide laissant apercevoir une certaine étendue.

Dans un paysage, les objets très-éloignés et placés sur les derniers plans de l'horizon ne s'aperçoivent qu'avec très-peu de relief, et ne produisent que fort peu d'effet, parce que la distance entre nos deux yeux est trop petite pour que l'on ait la sensation parfaite du relief. Le physicien allemand s'est proposé d'obtenir, dans la vision d'un paysage, sans le secours de doubles images prises à l'avance par la photographie, l'effet de relief que le stéréoscope produisait seul jusqu'ici.

« M. Helmholtz, dit *le Cosmos*, prend une planche longue d'environ 1 mètre 50, et il la place en travers. Aux extrémités de cette planche, et perpendiculairement à sa surface, il dresse deux miroirs formant, avec l'axe ou la ligne médiane de la planche, des angles de 45 degrés. Au milieu de cette même planche, à 75 centimètres des extrémités, il dresse deux miroirs plus petits, parallèles aux premiers et distants de la distance des deux yeux. Placé au milieu de l'arête antérieure de la planche, l'observateur regarde avec son œil droit dans l'un des petits miroirs, avec son œil gauche dans l'autre; il voit par là même, dans les petits miroirs, les grands miroirs et les images des paysages qui s'y réfléchissent. Or, on comprend sans peine que, par cette disposition, les images qu'il regarde et qu'il perçoit avec ses yeux, séparés seulement de 8 centimètres, sont celles que verraient deux yeux placés aux extrémités de la planche, c'est-à-dire distants de 1 mètre 50, et que l'effet de relief doit, par conséquent, être augmenté dans une proportion très-considérable, surtout si on regarde avec une lorgnette qui rapproche ou grossit les objets, ou simplement avec des lunettes ordinaires. C'est ce qui arrive réellement, et dans ces conditions, l'effet produit surpasse

même celui que l'on obtiendrait avec des images stéréoscopiques, parce que le paysage se montre, non plus représenté par un dessin formé de noirs et de blancs, mais avec ses couleurs et ses gradations naturelles de tons. Des objets distants de 800 et même de 1500 mètres se détachent alors parfaitement du fond. avec lequel ils se confondaient quand on les regardait à l'œil nu; les objets plus rapprochés ont retrouvé leur relief ou la solidité de leurs formes, et l'œil est tout surpris de cette quasi-révélation de détails qui lui échappaient auparavant. »

12

Les métaux chanteurs.

Il y a cinquante ans environ, un inspecteur des fonderies, en Saxe, M. Schwartz, ayant par hasard versé sur une enclume, pour l'y faire refroidir promptement, une masse d'argent fondu, entendit sortir de cette masse métallique des sons mélodieux analogues à ceux de l'orgue d'église. Saisi d'étonnement, il appela des personnes voisines, qui écoutèrent avec la même surprise la joyeuse chanson de l'argent.

Un physicien, appelé pour donner son avis sur la nature de ce phénomène, déclara, après expériences faites, que les sons étaient produits par des vibrations intérieures du métal.

Cette explication, qui n'était qu'à moitié satisfaisante, contenta les savants jusqu'au jour où un autre observateur, M. Arthur Trevelyan, renouvela, de son côté, la même découverte. Il venait de retirer une barre de fer d'un bain de poix bouillante, et il appuya, par hasard, l'extrémité de cette barre, encore très-chaude, sur un bloc de plomb qui se trouvait par terre. Tout aussitôt des sons aigus, comme ceux du clairon, se firent entendre. Fort surpris, M. Trevelyan regarda autour de lui et au dehors sans voir personne. Il parcourut toute la maison pour dé-

couvrir l'origine de ces sons mystérieux, et il fut bien forcé de reconnaître que le musicien cherché n'était autre que la barre de fer qui, en se refroidissant, appuyée sur le bloc de plomb, chantait elle-même ce mélodieux *solo*.

Comme M. Trevelyan était un homme instruit, il savait que tout effet a une cause en ce monde. Il conjectura donc, avec sagacité, que la barre de fer dont il s'agit avait eu de bonnes raisons pour faire entendre son talent musical. Avec le secours d'un physicien, le docteur Reid, d'Edimbourg, il entreprit une série d'expériences, qui établirent que les différents métaux, portés à une certaine température, et placés sur un corps froid, font entendre pendant leur refroidissement des sons musicaux.

Le célèbre physicien de Londres, M. Faraday, ardent amateur de toute nouveauté scientifique, s'empara bientôt de cette curieuse question, et en fit l'objet de plusieurs *lectures*, dans ces intéressantes réunions, si fréquentes à Londres, où les gens du monde s'empressent d'aller recueillir, dans les leçons des professeurs célèbres, la connaissance des nouvelles découvertes en physique, en astronomie et en chimie.

M. Faraday ne s'est pas borné à dire, comme le professeur d'Allemagne, que les sons provoqués par le calorique tiennent aux vibrations intérieures du métal. Il a expliqué comment peut se produire cet effet curieux. Quand deux métaux, l'un chaud et l'autre froid, sont mis en contact, ils tendent à se mettre à la même température. La contraction de l'un des métaux par son refroidissement, la dilatation de l'autre par l'afflux du calorique, produisent, dans l'intimité de la substance de ces deux corps, de brusques variations de la distance des molécules; ces mouvements rapides et répétés produisent un son musical, car le son est toujours produit, comme on le sait par des vibrations moléculaires qui ont reçu le nom de *vibrations sonores*.

De tous les appareils qui ont été employés dans ce but par le docteur Reid ou par M. Faraday, celui qui a donné les sons les plus suaves, c'est le *berceur* (*rocker*). Mais qu'est-ce que le *berceur?* allez-vous nous demander. Apprenez donc que le *berceur* est un morceau de cuivre de 4 pouces de long, d'une grosseur inégale à chacune de ses extrémités, muni d'un manche métallique, et terminé par un bouton à sa petite extrémité. Dès que l'on pose cet instrument, préalablement chauffé, sur un bloc d'étain, il commence à vibrer, c'est-à-dire à soulever et à abaisser alternativement ses deux extrémités opposées, tandis que le bloc d'étain, s'échauffant à sa partie supérieure, se dilate, ou se gonfle, et se dégonfle bientôt après par la rapide transmission du calorique dans ses couches inférieures. L'alternance et la succession de ces mouvements dans les deux masses métalliques superposées expliquent les vibrations, et par conséquent, la sonorité de cet instrument. Les vibrations musicales des deux métaux continuent jusqu'à ce qu'ils soient arrivés à une température commune; alors elles s'affaiblissent peu à peu dans un sourd murmure, et s'éteignent enfin dans un silence amoureux.

Un professeur de Londres, M. Tyndall, a étudié cet intéressant phénomène sur plusieurs substances conductrices de la chaleur. Il a trouvé que l'argent appliqué sur l'argent, le cuivre sur le cuivre, produisent des sons musicaux. Disposés de la même manière, l'agate, le cristal de roche, les poteries, la porcelaine et le verre donnent aussi de très-beaux effets; une masse de sel gemme, quand on y place le *berceur*, fait entendre un son d'une superbe gravité.

Chacun peut se donner le plaisir de reproduire ce singulier phénomène. Il suffit de prendre une plaque d'un métal quelconque, et cette petite tige de fer pointue qui sert à remuer le coke ou la houille dans la grille d'une cheminée de salon; on peut fixer la plaque contre une

table à l'aide d'une de ces petites vis de pression pourvues de deux mâchoires, qui servent dans les ateliers où l'on travaille le bois ou les métaux. La tige de fer chauffée au rouge étant posée, par sa pointe, sur la plaque métallique, cette dernière commence aussitôt à résonner. Dès que le métal entre en vibration, on peut lui faire exécuter des octaves en le pressant avec une épingle. Selon qu'elle est forte ou légère, cette pression détermine des octaves plus ou moins élevées.

Le phénomène physique que nous venons de faire connaître n'a encore reçu aucune application, mais rien ne dit qu'il ne puisse en trouver un jour. Les sons puissants des instruments de cuivre de nos orchestres sont dus aux vibrations de tubes métalliques, provoquées à grand renfort de poumons et d'haleine. Peut-être parviendra-t-on, par ce nouveau moyen, à faire vibrer spontanément les métaux sonores par l'action douce et commode du calorique substituée à la dépense et à l'effort musculaire de l'homme. Et qui nous dit que ce n'est pas dans ce nouveau système d'orchestration que s'exercera le génie des Mozarts et des Beethovens de l'avenir ?

13

Le chauffage à la glace.

On connaît le chauffage au bois et le chauffage au charbon, moyens antiques et vulgaires de se garantir du froid; on connaît le chauffage à l'eau chaude et le chauffage à l'air chaud, procédés plus avancés, que les constructeurs modernes ont doctement et fructueusement mis en pratique ; on connaît encore le chauffage au gaz, récemment inauguré à Paris ; on connaît enfin, et l'on connaîtra bien mieux un jour, le chauffage par la pile électrique, c'est-

à-dire l'emploi d'un courant galvanique pour produire, sans combustible, un énorme développement de calorique sur le trajet de ce courant. Mais ce que l'on ne connaissait pas encore, c'est le *chauffage à la glace*, ou la manière de chauffer avec de l'eau à 0°. Cette découverte imprévue, cet agréable paradoxe physique, a été annoncé par un honorable savant de l'Auvergne, M. H. Lecoq, de Clermont-Ferrand, que la génération scientifique actuelle a appris à connaître par ses intéressants ouvrages sur les sciences naturelles. M. Lecoq vient donc nous révéler la manière de chauffer avec le froid, et voici comment il s'explique, au sujet de cette antiphrase scientifique.

Le mot *chauffage*, dit M. Lecoq, a généralement une fausse acception. On dit qu'un objet est chaud quand il surpasse en température la chaleur du corps humain, et, réciproquement, on le dit froid quand, prenant lui-même une partie de notre calorique pour se mettre en équilibre, il nous fait éprouver un abaissement de température.

Le *chauffage à la glace* ne peut donc s'entendre comme un moyen de chauffer les hommes ou leurs habitations; cette méthode ne peut s'appliquer qu'à des êtres qu'il faut ramener, d'une température inférieure à 0°, à celle de ce 0°; elle doit servir à arrêter l'abaissement du froid au point précis où l'eau se solidifie, et à s'opposer ainsi aux ravages de la gelée. C'est donc, à ce point de vue, une sorte de chauffage, et un chauffage économique, puisque, dans certaines circonstances, il peut nous dispenser de brûler du bois ou du charbon.

Aussi le chauffage à la glace n'est point destiné à préserver les hommes de l'action du froid. S'appliquant exclusivement aux végétaux, il a pour but de préserver les plantes de l'action des froids considérables auxquels elles sont exposées, et qui amènent promptement leur désorganisation et leur mort. Mais comment arriver à empêcher les plantes de se refroidir jusqu'au degré qui

amène leur destruction vitale ? C'est en cela que consiste l'idée de M. Lecoq. Pour préserver les végétaux d'un froid excessif, il les entoure d'un rempart protecteur de glace.

Les plantes cultivées sont plus ou moins sensibles au froid ; mais dans nos climats, où la température s'abaisse souvent au-dessous de zéro, on est obligé d'abriter dans des serres un grand nombre de végétaux, de conserver dans des caves ou dans des celliers des racines et divers légumes que le froid désorganiserait. Pour soustraire les plantes à cette désorganisation, on ne connaît que deux moyens : On les place assez profondément pour qu'elles soient à l'abri de l'air extérieur refroidi, ou bien on leur fournit artificiellement la quantité de chaleur nécessaire pour les maintenir au-dessus de 10°.

Mais pour s'opposer au refroidissement des plantes au-dessous de 0°, ce qui entraîne leur mort, on peut employer un autre système : c'est de placer, à côté ou autour de cette plante, de l'eau qui, venant à se congeler par l'action du froid extérieur, laisse dégager, au moment de sa solidification, le *calorique latent* qu'elle renferme ; ce calorique, ainsi développé sans frais ni dépense, doit nécessairement réchauffer la plante sous-jacente, et l'empêcher de se refroidir au-dessous de la température de 0°, jusqu'à un degré qui est mortel pour elle. Si, dans un même lieu, se trouve une plante ou un organe végétal quelconque contenant de l'eau dans son tissu, et à côté une masse d'eau libre, à surface étendue et non couverte, il est certain que le calorique latent s'échappera plus facilement de l'eau libre que de celle qui sera enfermée dans les cellules des plantes ; dès lors, le liquide exposé à l'air se congèlera, tandis que celui qui est enfermé dans les cellules du végétal sera préservé.

On possède donc, avec cet artifice physique, un moyen assez simple de s'opposer, dans les ateliers et dans les serres, aux ravages désorganisateurs de la gelée. « Notre

prétention, dit M. Lecoq, ne s'élève pas au delà; nous ne voulons pas donner une température quelconque à nos serres avec de l'eau à zéro, nous voulons seulement empêcher la gelée d'y pénétrer. Nous croyons, en ce sens, rendre encore de grands services à l'agriculture et à l'économie rurale. »

Rien de plus facile, selon M. Lecoq, que de placer autour des plantes, ou bien autour des serres qui les renferment, de l'eau qui puisse se congeler, et qui, par sa propre solidification, dégage une quantité de chaleur assez grande pour s'opposer à l'abaissement de leur température au-dessous de 0°. On sait que, pour passer de l'état liquide à l'état solide, un kilogramme d'eau abandonne 79° de calorique. Or, si ce dégagement a lieu dans un endroit fermé, sans courant d'air, et où la transmission de la basse température extérieure soit lente et presque insensible, la quantité d'eau qui se congèlera sera proportionnelle à l'intensité du froid; et, si la masse d'eau est assez considérable, si elle est étendue sur une surface assez grande, la glace qui se formera sera toujours suffisante pour maintenir l'équilibre, c'est-à-dire la température à 0°, et pour s'opposer ainsi à la gelée des plantes.

Tel est le *chauffage à la glace*, selon les principes de l'ingénieux naturaliste d'Auvergne. Cet original et plaisant moyen de chauffage ne sera jamais une réalité pratique; mais il met en évidence et fait comprendre à merveille l'admirable procédé au moyen duquel la nature défend de la destruction par le froid les tiges naissantes des jeunes végétaux.

Quel *tohubohu!* dans cette physique moderne! s'écrieront à ce propos quelques profanes. Un ardent novateur, M. Boutigny (d'Évreux), nous a enseigné la manière d'obtenir de la glace dans un creuset rougi au feu, et cette expérience étonnante s'exécute chaque année dans les

cours publics. Ainsi, d'une fournaise ardente on fait jaillir le froid. Et voici qu'à l'inverse, un autre physicien nous annonce qu'on peut se procurer de la chaleur au moyen de la glace! Mais disons, à notre tour que, pour un savant qui sait aller au fond des choses, ces phénomènes ne sont contradictoires qu'en apparence ; ces anomalies, bizarres au premier aperçu, ne sont en réalité que des conséquences rationnelles de principes immuables et éternels.

14

Nouveau chalumeau à air de M. de Luca.

Tout le monde connaît le chalumeau des orfévres, ce petit et précieux instrument qui sert à développer sur un point une chaleur considérable, à l'aide d'un courant d'air continu projeté dans l'intérieur de la flamme d'une lampe à huile ou à alcool. La température extrêmement élevée que présente le dard lumineux du chalumeau à air est mise continuellement à profit dans les ateliers pour la soudure des métaux, et en particulier pour la soudure de l'or et de l'argent. Dans les laboratoires de chimie et de minéralogie, les deux propriétés opposées d'oxydation et de réduction, qui appartiennent à la partie externe ou interne de la gerbe lumineuse produite par le chalumeau, sont continuellement invoquées pour l'analyse qualitative des métaux ou des minerais.

Ce petit instrument, qui ne se compose que d'un simple tube métallique recourbé à angle droit, et se terminant en une pointe effilée qui ne laisse passer qu'un mince filet d'air, est donc d'une grande importance pratique pour la science et pour les arts. Mais tel qu'il est construit et employé depuis des siècles, il n'est pas d'un usage facile pour

tous. En effet, le courant d'air doit être entretenu continuellement et sans interruption; pour cela, il faut produire un jet atmosphérique continu et régulier, en expulsant l'air contenu dans la bouche par la seule action des muscles des joues. Pour renouveler cet air dans la bouche il faut, par intervalles, respirer par le nez. Cette manœuvre est sans doute facile avec un peu d'habitude, mais il n'est pas donné à tout le monde d'y parvenir, et quand l'opération doit se prolonger au delà d'un certain temps, elle devient difficile, sinon impossible, aux personnes les mieux constituées.

M. de Luca a imaginé une disposition nouvelle du chalumeau, qui permet de rendre le courant d'air continu, sans exiger de l'opérateur, ni efforts spéciaux, ni apprentissage. Il a eu l'idée d'interposer, entre le tube du chalumeau et son extrémité qui livre passage au courant d'air, une boule en caoutchouc munie, à l'intérieur, d'une soupape qui se ferme du dedans au dehors, et qui est placée à l'extrémité du tube-embouchure. Cette soupape, qui permet l'entrée de l'air, en empêche la sortie par le tube adducteur. Comprimé à la fois par le souffle et la boule en caoutchouc qui tend à reprendre son volume primitif, l'air s'échappe régulièrement et d'une manière continue à l'extrémité de la pointe du chalumeau, sans qu'il soit nécessaire de souffler constamment, comme cela se pratique dans le chalumeau ordinaire.

On peut donc, à l'aide de cet artifice, entretenir la flamme du chalumeau pendant des heures entières, sans éprouver de fatigue et sans imposer une gêne quelconque à la marche normale de la respiration. Avec la modification dont il s'agit, le réservoir cylindrique, que l'on place quelquefois, dans le chalumeau ordinaire, au point où le tube métallique se recourbe à angle droit, devient inutile; il est, en effet, avantageusement remplacé par la boule en caoutchouc, qui sert à la fois de réservoir et de con-

densateur, et qui permet de rendre la construction de cet instrument plus économique.

La boule en caoutchouc munie de deux tubes, qui constitue la partie essentielle du chalumeau de M. de Luca, se trouve dans le commerce à un prix minime. Quant à la soupape, tout le monde peut la construire avec un morceau de peau de gant qu'on attache au bout du tube-embouchure.

18

Procédé pour obtenir le vide par l'emploi de substances chimiques.

On n'a employé jusqu'ici, pour obtenir un espace vide d'air, dans les expériences de physique ou de chimie, que l'instrument connu sous le nom de *machine pneumatique*, et qui se compose de deux corps de pompe aspirante, mis en action par une roue dentée, et d'une crémaillère que l'on manœuvre à l'aide d'une manivelle. M. Brunner, de Berne, vient d'imaginer un très-curieux procédé qui permet d'obtenir le vide au moyen d'une réaction chimique. Ce procédé consiste à faire absorber dans un vase fermé, de l'acide carbonique et du gaz ammoniac. Voici un appareil fondé sur ce principe, et que le *Journal für prakhtische Chemie* a recommandé pour cette opération.

Sous une grande cloche cylindrique, dont les bords sont usés à l'émeri, on place de l'acide sulfurique concentré, au-dessus duquel on dispose, sur un trépied de plomb, une petite capsule, que l'on couvre de quelques feuilles de papier à filtre portant un peu de chaux caustique en morceaux. On ferme ensuite la cloche avec un couvercle de métal, graissé de suif et dressé de manière à intercepter complétement l'accès de l'air, mais percé d'une ouverture ou de deux au plus. Si l'on n'emploie qu'une ouverture,

on y introduit un tube qui y amène un courant de gaz acide carbonique et qui descend presque jusqu'à la surface de l'acide sulfurique. On laisse passer ce courant jusqu'à l'expulsion complète de l'air contenu dans la cloche. Alors on remplace le premier tube par un second, ajusté dans un bouchon et courbé convenablement. Ce tube amène, par l'effet de la chaleur, la vapeur d'eau d'un vase sur la chaux, qui se réduit aussitôt en poudre et commence à absorber l'acide carbonique. On peut s'assurer de l'absorption en plaçant dans l'intérieur de la cloche un petit baromètre d'essai, ou bien en établissant dans la seconde ouverture, si cette ouverture existe, un tube recourbé dont l'extrémité inférieure plonge dans une capsule pleine de mercure, et qui a au moins 0m,80 de hauteur verticale. Dans une cloche de 450 centimètres cubes, remplie d'acide carbonique dégagé du marbre au moyen de 50 à 60 grammes d'acide chlorhydrique, la colonne barométrique, au bout de cinq à six minutes, n'était plus que de 12 millimètres. On n'avait employé que 4 grammes de chaux caustique et 40 à 50 grammes d'acide sulfurique. Deux heures après, cet acide avait absorbé la vapeur d'eau et la colonne du baromètre d'essai était tombée très-près du niveau du mercure de la cuvette.

Ce moyen commode de produire le vide sera certainement mis à profit par les personnes qui ne peuvent disposer de l'appareil de physique qui sert dans les laboratoires à épuiser l'air d'un récipient.

16

Nouvelle échelle numérique proposée pour les verres des lunettes.

M. Soleil, fils de l'opticien de ce nom, à qui l'on doit des travaux et des recherches sur l'optique justement estimés, a proposé une nouvelle manière de composer l'é-

chelle numérique qui est en usage depuis si longtemps pour les verres des myopes et des presbytes. Il faut reconnaître, en effet, que les *numéros* dont on se sert pour désigner les différentes portées de vue des myopes et des presbytes et y appliquer les verres convenables, sont établis sur des considérations fort arbitraires.

Le système numérique adopté aujourd'hui est basé sur le foyer, exprimé en pouces, propre à chaque verre de lunette. Il résulte de ce mode d'appréciation plusieurs inconvénients, En premier lieu, dit M. Soleil fils, le seul fait de parler en pouces, lorsqu'on demande le numéro des verres, aurait dû faire rejeter ce système au moins depuis 1840, époque où le gouvernement a interdit l'usage de l'ancien système des poids et mesures. En second lieu, le numéro étant exprimé par la longueur du foyer, il arrive qu'un degré très-faible correspond à un numéro très-élevé, et plus le degré devient fort, plus le numéro est faible, ce qui est assez illogique.

Ces objections contre le sytème actuellement employé pour l'échelle numérique des verres à lunette, ont leur importance, mais elles sont secondaires; elles ne touchent pas au fond des choses. La considération suivante est plus sérieuse.

L'échelle numérique adoptée aujourd'hui pour les verres des myopes ou des presbytes est irrationnelle, en ce qu'elle est graduée arbitrairement et inégalement. En effet, la différence d'un numéro à un autre est tantôt d'un demi-pouce, tantôt de plusieurs pouces; de telle sorte qu'il y a, par exemple, de 4 à 8 pouces inclusivement, dix numéros, et, de 16 à 96 pouces, treize numéros seulement. La différence de grossissement entre deux numéros voisins est extrêmement variable : elle est, par exemple, de 97 entre les numéros 6 1/2 et 7; de 91 entre les numéros 7 et 7 1/2; de 80 entre les numéros 7 1/2 et 8; de 127 entre les numéros 8 et 9; de 102 entre les numéros 9 et 10, etc.

M. Soleil fils propose de remplacer l'échelle des numéros actuels par une autre échelle qui aurait pour base le grossissement produit par chaque verre. Dans ce système, les numéros suivent graduellement et régulièrement les grossissements obtenus. Adoptant 25 centimètres comme longueur moyenne de la *vue distincte*, et donnant une valeur de 100 à un objet vu par un œil normal, cet opticien établit d'un numéro à un autre, sur toute l'échelle, une différence de 10; de sorte que, le numéro 1 égalant 110, le numéro 2 égale 120, le numéro 3 égale 130, et ainsi de suite.

Cette innovation serait très-rationnelle, mais il n'est pas démontré que la pratique en tirât grande utilité. Une graduation rigoureuse dans les grossissements, n'est nécessaire ni pour corriger l'effet de la myopie ou de la presbytie, ni pour provoquer, dans le traitement des diverses maladie de l'œil, les accommodements de vue nécessaires. Le peu d'importance des inconvénients du sytème actuel, et, d'un autre côté, la force des habitudes consacrées, rendront bien difficile l'adoption de cette nouvelle échelle.

III

CHIMIE.

1

Recherches sur la végétation, par M. Georges Ville.

A la fin du siècle dernier, il y avait au fond d'une petite ville de la Suède un homme dont les travaux devaient jeter un éclat extraordinaire sur la chimie encore à sa naissance. Il se nommait Schéele. Les nombreuses et remarquables découvertes dont il enrichissait la science, il les accomplissait à l'aide des moyens les plus simples. Il avait pour instruments tout ce qui lui tombait sous la main, et ne cherchait point ses appareils ailleurs que dans les ressources bornées et communes que lui fournissait la profession modeste de pharmacien qu'il exerçait à Kœping. Des verres à boire, des tuyaux de pipe, des vessies, quelques fioles jointes à quelques creusets ou cornues, formaient tout son laboratoire. Un verre à bière lui servait de cloche pour la conservation des gaz. S'agissait-il de recueillir un fluide élastique, il attachait une vessie à l'extrémité de la fiole où le gaz prenait naissance; le dégagement terminé, il serrait, au moyen d'une ficelle, le col de la vessie. Pour soumettre ensuite ce gaz à l'expérience, il détachait le lien, comprimait la vessie et pouvait ainsi procéder à toutes les observations qu'il jugeait nécessaires. C'est avec de tels moyens que Schéele réussit à

découvrir un grand nombre de corps nouveaux, simples ou composés, parmi les substances organiques ou minérales, et qu'il put, par exemple, dans la seule analyse chimique d'un minéral de manganèse, découvrir à la fois trois corps simples, le manganèse, le chlore et le baryum.

C'est le même chimiste qui devint en Suède l'objet d'une méprise assez singulière. Parfaitement ignoré dans son pays, son nom jouissait à l'étranger d'une réputation immense : dans un voyage entrepris hors de ses États, le roi de Suède l'entendit citer avec les plus grands éloges. De retour à Stockholm, le monarque eut à cœur de rendre un hommage public au mérite d'un homme qui faisait tant d'honneur à sa patrie, et il commanda d'inscrire Schéele sur la liste des chevaliers des ordres de la Suède. Mais, quand vint le moment de mettre cet ordre à exécution, le zèle maladroit du ministre chargé de ce soin donna à l'affaire un dénoûment comique. Ce ne fut pas, en effet, l'illustre Schéele, le chimiste partout admiré, qui devint l'objet de la distinction royale ; le titre fut accordé à un autre Schéele, à quelque bas officier qui portait le même nom. Personne n'avait pu s'imaginer que l'intention du roi fût d'accorder une telle dignité à un pauvre pharmacien de Kœping.

Cette simplicité extraordinaire dans les moyens d'expérience, qui suffisait au chimiste suédois pour l'accomplissement de ses travaux, suffisait d'ailleurs au reste des chimistes de son temps. La science, alors à ses débuts, offrait à l'étude un nombre si considérable de problèmes, que les solutions surgissaient pour ainsi dire d'elles-mêmes, et sans exiger l'emploi d'aucun système compliqué d'expérimentation. L'objet de la chimie se limitait encore à l'analyse des faits de la nature minérale, et la simplicité qu'offrait alors l'étude de ces phénomènes demeurait accessible aux procédés les plus élémentaires d'observation. Mais une fois ce grand résultat obtenu, et la chimie minérale dé-

sormais constituée dans ses principes généraux, il fallut aborder des questions d'un ordre plus élevé, et s'entourer de moyens de recherche plus délicats et plus précis. Étudier le mécanisme secret des fonctions des animaux et des plantes; rechercher, dans ses effets, la cause mystérieuse qui donne aux êtres vivants le sentiment et l'activité; appliquer à nos usages les produits de cette force cachée, voilà autant de problèmes qui nécessitent l'usage de moyens souvent très-difficiles à mettre en œuvre. Quand on se propose en effet de soumettre une plante ou un animal à une série d'observations ayant pour but d'éclairer le mécanisme de ses fonctions, quand on veut, par exemple, se rendre compte du véritable mode de nutrition ou d'accroissement des végétaux, il faut tout mesurer, tout peser, tout analyser: l'air que le végétal respire, l'eau qui baigne ses racines, le sol où il s'implante, et les matériaux divers qu'il assimile à sa substance pendant les phases diverses de son développement.

Si donc la juste curiosité qui se rattache à la connaissance des grandes questions scientifiques à l'ordre du jour, poussait un de nos lecteurs à rendre visite à l'intéressant laboratoire de chimie végétale de M. Ville, installé au milieu du joli village de Grenelle, il aurait besoin d'avoir présentes à l'esprit les réflexions qui précèdent, pour ne pas trop s'étonner du luxe d'appareils qu'on y admire, et de l'apparente complication de tant de systèmes mécaniques, qu'une prévoyance ingénieuse a disposés en vue de l'étude des grandes questions physiologiques qu'il s'agit d'approfondir. Entre ces majestueux édifices de cristal et de fer, où les plantes emprisonnées vivent et respirent comme dans l'air libre de nos champs; entre ces gazomètres immenses, d'une capacité totale de six mille litres, qui, durant des mois entiers, se vident et se remplissent sans cesse, et, comme les jets d'eau de Versailles dont parle Bossuet, ne se taisent ni jour ni nuit; entre ces moteurs

électro-magnétiques, qui s'élancent et s'arrêtent à la volonté de la main et au commandement de la pensée; en un mot, entre ces merveilles réunies de la mécanique et de la physique modernes et le naïf outillage du modeste Schéele, que nous rappelions plus haut, il y a certes un intervalle immense. Mais le résultat de cette comparaison n'a rien qui doive étonner, et, dans cette différence de procédés et de modes opératoires, il ne faut voir que le progrès des sciences et la différence des temps.

L'importance extrême de la question soumise à l'expérience par M. Ville, et les difficultés dont son examen s'environne, expliquent d'ailleurs suffisamment les soins infinis apportés à l'exécution des recherches qui vont nous occuper. Voici quel est, en effet, l'objet des *Expériences sur la végétation*, exécutées par M. Georges Ville, et qui, depuis quelques années, captivent vivement l'attention du monde savant. Il s'agit d'éclairer le véritable mécanisme de la nutrition des plantes, de rechercher comment s'introduisent dans leur tissu les éléments qui servent à leur formation. Pour bien faire comprendre la question, nous allons en présenter le tableau un peu agrandi.

Considérée dans sa composition immédiate, une plante est formée, en définitive, comme la plupart des autres substances organiques, de quatre éléments ou corps simples : l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote. Mais par quel mécanisme chimique chacun de ces corps s'introduit-il dans le végétal ? Que l'on dépose, en effet, une graine au sein de la terre : bientôt une petite plante s'élève, elle s'accroît, elle se couvre de feuilles, plus tard de fleurs et de fruits ; elle accomplit en un mot toutes les phases ordinaires de sa végétation. Elle a donc, au bout de ce temps, fixé dans sa substance une certaine quantité d'oxygène, de carbone, d'hydrogène et d'azote. De quelle origine exacte proviennent chacun de ces éléments, à quelle source ont-

ils été empruntés? Telle est la question qu'il s'agit d'élucider. Recherchons, dans ce but, ce que la science a découvert relativement à l'origine de ces quatre corps simples dans l'organisme végétal.

Le carbone, qui sert à l'accroissement des plantes, est emprunté à l'acide carbonique, et ce composé provient de deux sources : 1° de l'acide carbonique existant dans l'air; 2° de la décomposition des engrais, qui, par leur destruction lente et spontanée, mettent en liberté du gaz carbonique; ce gaz se dissolvant dans l'eau qui baigne les racines, est aspiré sans cesse par ces dernières, et pénètre ainsi dans l'intérieur des vaisseaux de la plante.

De ces deux origines de l'acide carbonique, la première est de beaucoup la plus importante; c'est surtout de l'acide carbonique de l'air que les plantes tirent leur carbone. Toutes les végétations qui se développent sur les sols dépourvus d'engrais, sont une preuve suffisante de la vérité de ce fait. L'herbe des prairies, les arbres des forêts ne peuvent puiser ailleurs le carbone, puisqu'ils se développent sans l'intervention d'aucun engrais. Une expérience aussi claire que concluante a permis d'ailleurs à M. Boussingault de mettre directement ce grand fait hors de doute. En semant des pois dans du sable, et ne leur fournissant autre chose que de l'air et de l'eau distillée, M. Boussingault a vu les plantes placées dans ces conditions artificielles, se développer, fleurir et fructifier en accumulant dans leur tissu une quantité considérable de carbone.

Par quel mode particulier d'action chimique l'acide carbonique de l'air peut-il céder ainsi du carbone aux végétaux? C'est là une des plus curieuses et des plus intéressantes découvertes qui soient dues à la chimie du dernier siècle. Le naturaliste Bonnet avait observé que des feuilles plongées dans l'eau aérée et exposées aux rayons du soleil, laissaient dégager un gaz. Priestley reconnut que ce gaz était de l'oxygène, et que les plantes jouissaient ainsi de

la merveilleuse propriété de décomposer l'acide carbonique en s'en appropriant le carbone et dégageant l'oxygène à l'état de liberté. Cette observation, d'une portée immense, était un premier rayon de lumière pour éclairer le mécanisme, jusque-là si obscur, des fonctions physiologiques des plantes. Elle montrait que les végétaux ont, comme les animaux, la propriété de respirer, c'est-à-dire d'absorber une partie des éléments de l'air, et que sous ce rapport une différence fondamentale existe entre les animaux et les plantes. En effet, tandis que les premiers agissent sur l'atmosphère pour s'emparer de l'oxygène et produire de l'acide carbonique, les autres, au contraire, agissent sur l'acide carbonique pour le détruire et restituent à l'air l'oxygène en sa place. Ce lien d'harmonie physique entre les deux grandes classes des êtres vivants, saisi dès les premiers temps de la science, devait conduire un jour à des révélations nouvelles de la plus haute importance. Cette prévision n'avait pas échappé d'ailleurs au génie de Priestley, qui s'écriait au moment où il venait d'accomplir cette grande découverte :

« Quand je considère les progrès étonnants que les connaissances naturelles ont faites dans le siècle dernier, et quand je me rappelle tant de siècles féconds en hommes studieux pendant lesquels on n'a rien fait sur la matière que je traite, il me paraît qu'il y a une providence particulière dans le concours des circonstances qui ont produit un si grand changement, et je ne puis m'empêcher d'espérer que ceci servira d'instrument pour opérer dans le monde de nouveaux changements qui seront d'une grande conséquence pour son avancement et pour son bonheur. »

Rien n'est plus merveilleux que l'énergie avec laquelle les feuilles vertes des plantes décomposent l'acide carbonique de l'air, quand elles sont frappées des rayons du soleil. Il suffit que, dans ces conditions, un courant d'air vienne lécher en passant la surface foliacée d'une plante,

pour qu'à l'instant même l'air se trouve privé des 4/5 ou des 5/6 de son acide carbonique. Une dissolution de potasse caustique offrant la même surface, n'agirait pas avec plus de rapidité. M. Boussingault a vérifié ce fait en renfermant une branche de vigne dans un ballon de verre qu'il faisait traverser par un courant d'air. Quelle que fût la rapidité du passage de l'air, l'acide carbonique restait toujours presque en totalité retenu par la plante. Nous ajouterons, pour montrer tout l'intérêt qui s'attache à cette fonction physiologique des végétaux, que cette décomposition directe de l'acide carbonique est un résultat que l'on ne pourrait parvenir à reproduire dans nos laboratoires : ni la chaleur la plus élevée, ni l'électricité à sa plus haute tension, ne pourraient effectuer, en agissant sur l'acide carbonique, cette séparation de l'oxygène et du carbone que les plantes, en état de vie, accomplissent sous nos yeux avec une si merveilleuse facilité.

Il serait inutile d'entrer dans aucun détail pour montrer à quelle source sont empruntés l'oxygène et l'hydrogène qui font partie des plantes. Ces deux éléments proviennent, comme on le devine, de l'eau qui humecte le sol. Aspirée dans l'intérieur de la tige, l'eau qui est formée, comme on le sait, de la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène, concourt directement à la formation du tissu végétal, soit qu'elle se fixe en nature et sans subir de décomposition, soit au contraire que, décomposée pendant les actes de la végétation, elle fasse concourir un seul de ses éléments à la formation des produits organiques.

Si l'origine de l'oxygène et de l'hydrogène, dans le tissu des plantes, ne donne prise à aucune difficulté, il en est tout autrement quand on recherche l'origine de l'azote. Ce singulier corps simple qui manifeste une résistance toute particulière à l'empire des actions chimiques, et qui a toujours opposé à la théorie scientifique des embarras ou des

périls, n'a pas manqué de susciter ici les difficultés qu'il a coutume d'entraîner à sa suite. En ce qui concerne cette question délicate de l'origine de l'azote dans l'économie végétale, voici les résultats auxquels la science a été conduite jusqu'à ce jour.

Il est aujourd'hui reconnu que l'azote s'introduit chez les végétaux par deux sources bien distinctes. En premier lieu, par les engrais animaux; en second lieu, par l'air atmosphérique.

On ne peut concevoir aucun doute sur le mode spécial d'action chimique qu'exercent les engrais de nature animale. Leur rôle principal consiste à fournir aux plantes l'azote qui doit entrer dans leur constitution. L'urée, l'acide urique, les urates qui forment la partie essentielle des engrais azotés, et les débris animaux employés comme fumier, se transforment, quand ils se décomposent lentement au sein de la terre, en sels ammoniacaux : ces sels, se dissolvant dans l'eau qui baigne le sol, pénètrent par les racines dans l'intérieur du végétal, et c'est là que, sous l'influence des forces organiques, les sels ammoniacaux se trouvant décomposés, l'azote, qui constitue l'un des éléments de l'ammoniaque, peut être présenté au tissu de la plante. Les preuves abondent pour démontrer la réalité de ce fait. L'urine est le plus énergique engrais pour toutes les plantes riches en azote, parce que ce liquide fournit en se décomposant, par la fermentation putride, une quantité considérable de carbonate d'ammoniaque. En Flandre, cet engrais est employé depuis des siècles avec le plus grand succès. Les propriétés fertilisantes du *guano* sont dues à la même cause. Ce produit, que les vaisseaux de l'Europe apportent aujourd'hui par masses considérables des îlots de la mer du Sud, n'est autre chose, en effet, que le résidu desséché des excréments des oiseaux de ces contrées et qui est formé d'un mélange de sels ammoniacaux. L'urate, l'oxalate, le phosphate et le carbonate d'ammoniaque, unis à

quelques sels terreux, telle est la composition que la chimie lui assigne. Aussi peut-il suffire à lui seul pour assurer la fertilité des terrains les plus arides. Le sol de la côte du Pérou, qui est par lui-même d'une stérilité absolue et se compose uniquement de sable et d'argile, porte les plus riches moissons de maïs quand on le mélange d'une faible quantité de *guano*. Une expérience directe, qui a été exécutée par M. Schattenmann, directeur de la manufacture de Bouxvilliers, suffirait d'ailleurs pour prouver que c'est bien par les sels ammoniacaux auxquels ils donnent naissance que les engrais animaux agissent sur la végétation. M. Schattenmann a constaté qu'en arrosant un champ avec une dissolution de sulfate d'ammoniaque, les portions arrosées se distinguaient de celles qui ne l'étaient pas par la vigueur de leur végétation. Des caractères tracés au moyen de cette dissolution saline étaient visibles à une grande distance, et établissaient, par ce signe extérieur, l'utilité du sel ammoniacal comme engrais. Ce n'est donc point sans raison que MM. Boussingault et Payen, après avoir mis hors de doute l'efficacité des matières azotées dans la fumure des terres, ont proposé de fixer la valeur comparative des engrais animaux d'après leur teneur en azote.

Passons à l'examen de la seconde source de l'azote chez les plantes, c'est-à-dire à l'azote atmosphérique.

Cette question fut posée dès le moment où l'on posséda sur la composition de l'air quelques notions certaines. Priestley, et après lui Ingenhousz, ayant entrepris des expériences sur ce point, crurent constater que, durant la végétation, l'azote gazeux, qui entre pour une proportion considérable (79 pour 100 en volume) dans la composition de l'air, était absorbé par les plantes, et concourait ainsi directement à leur nutrition. Priestley annonça qu'une plante, *l'epilobium hirsutum*, placée sous un récipient de dix pouces de haut et d'un pouce de large, avait absorbé, au bout d'un mois, les sept huitièmes de l'air atmosphérique con-

tenu dans ce récipient. Ingenhousz étendant cette propriété à un grand nombre de végétaux, assura que toutes les plantes qui végètent dans le gaz azote en absorbent, dans un petit nombre d'heures, une proportion appréciable. Mais Théodore de Saussure n'eut pas de peine à démontrer l'erreur dans laquelle ces deux expérimentateurs étaient tombés. Ce naturaliste prouva que, dans cette circonstance, l'air ne change nullement de volume, et que l'expérience trop élémentaire que Priestley et Ingenhousz avaient exécutée, ne peut jeter la moindre lumière sur la question. Le même observateur ayant d'ailleurs découvert ce fait curieux que, par son séjour prolongé dans l'air atmosphérique, le sulfate d'alumine se change en alun ammoniacal, c'est-à-dire en sulfate double d'alumine et d'ammoniaque, démontra ainsi l'existence de l'ammoniaque dans l'air. Ce dernier fait semblait mettre en évidence la véritable origine de l'azote que les végétaux empruntent à l'atmosphère, et depuis ces observations de Saussure, les chimistes s'accordèrent à faire dériver de l'ammoniaque de l'air l'azote absorbé par les végétaux.

On ne peut mettre en doute, en effet, l'existence d'une certaine quantité d'ammoniaque dans le fluide atmosphérique. Les urines et le corps des animaux, en se décomposant, mettent en liberté une certaine proportion de carbonate d'ammoniaque; ce composé doit, par conséquent, se trouver disséminé dans l'air. L'expérience confirme d'ailleurs son existence dans notre atmosphère. Si l'on soumet à l'évaporation l'eau de la pluie, particulièrement celle qui tombe après la sécheresse, on trouve dans le résidu de cette évaporation, des quantités sensibles de sels ammoniacaux. M. Liebig a le premier démontré l'existence de l'azotate d'ammoniaque dans l'eau des pluies d'orage; des observations du même genre ont été faites depuis par MM. Grager de Mulhouse, Kemp, Frésénius, Is. Pierre, Graham et Georges Ville. On a constaté que l'eau pro-

venant des pluies recèle une certaine quantité d'un sel ammoniacal qui, se trouvant à l'état de vapeur dans l'atmosphère, est amené, à l'état de dissolution, dans l'eau à la surface du sol, et peut être ainsi utilisé pour la nutrition des plantes.

Ce fait de l'absorption par les végétaux de l'azote atmosphérique, qui n'existait qu'à l'état de présomption, fut démontré directement par des expériences longues et délicates exécutées par M. Boussingault en 1837 et 1838. Cet expérimentateur prouva que certaines plantes cultivées dans du sable, sans l'intermédiaire d'aucun engrais azoté, et ne recevant pour toute alimentation que de l'eau et de l'air, avaient pourtant absorbé, au terme de leur végétation, une quantité notable d'azote. Dans un mémoire présenté à l'Académie le 19 novembre 1838, M. Boussingault s'exprimait ainsi :

« Les expériences faites dans le courant de l'année dernière ont établi que le trèfle né et cultivé dans du sable préalablement calciné à la chaleur rouge, admet dans son organisation une certaine quantité d'azote, provenant très-probablement de l'atmosphère. En cultivant cette année des pois semés dans des conditions exactement semblables, j'ai obtenu les mêmes résultats.... Pour les pois cultivés dans un sol stérile, le poids de l'azote contenu primitivement dans la semence se trouve plus que doublé dans la récolte. Dans ce même sol, le trèfle, en deux mois de végétation, aux dépens de l'air et de l'eau, a pour ainsi dire triplé le poids de sa matière élémentaire, et l'azote a presque doublé. »

M. Boussingault était conduit à la même conclusion en s'appuyant sur des faits empruntés à la culture effectuée sur une grande échelle. Il résumait en ces termes ces résultats :

« Je crois avoir constaté par de nombreuses analyses que, dans la grande culture, l'azote contenu dans une succession de récoltes excède toujours, et souvent dans une très-forte proportion, l'azote qui se trouvait primitivement dans les engrais

consommés pour les produire. Cet excès provient évidemment de l'air, et il est plus que probable que dans cette circonstance une partie de l'azote excédant entre dans les plantes à la faveur du nitrate d'ammoniaque, nitrate qui, d'après les analyses de M. Liebig, se rencontre fréquemment dans l'eau des pluies d'orage[1]. »

M. Boussingault n'avait pu constater le phénomène de l'absorption de l'azote chez toutes les plantes qu'il avait soumises aux mêmes expériences. Les céréales, par exemple, n'avaient pas absorbé l'azote atmosphérique. En conséquence, il avait cru pouvoir diviser, sous ce point de vue, les plantes en deux groupes distincts : celles qui absorbent l'azote de l'air (pois, trèfles, topinambours), et celles qui empruntent l'azote aux engrais (céréales et plantes oléagineuses).

Ces idées sur l'origine de l'azote chez les végétaux étaient alors admises par tous les savants et professées dans les cours publics comme dans les ouvrages de chimie.

Cependant, tout en admettant le fait général de l'absorption de l'azote par certaines plantes, M. Boussingault ne se prononçait pas sur le mode particulier d'action chimique auquel le phénomène était dû, c'est-à-dire sur l'élément spécial de l'atmosphère qui fournissait l'azote aux végétaux. En esprit rigoureux et scientifique, M. Boussingault ne voulait pas aller plus loin que les résultats de l'expérience. L'azote avait-il été apporté en nature; était-il emprunté aux vapeurs ammoniacales de l'air; ou bien fourni par les poussières azotées qui voltigent sans cesse dans l'atmosphère? Sur ce point délicat, le savant agronome n'avait rien osé affirmer. Il s'exprimait ainsi dans son dernier mémoire publié sur ce sujet :

« En parcourant ces différents tableaux, on reconnaît que constamment l'azote des récoltes excède l'azote des engrais.

1. *Annales de chimie et de physique*, t. LXIX.

J'admets d'une manière générale que cet azote en excès provient de l'atmosphère; quant au mode particulier par lequel ce principe est assimilé aux plantes, je ne saurais le préciser[1].»

La question en était là lorsqu'un chimiste, jeune, ardent, laborieux et plein de zèle, entreprit résolûment d'aborder ce difficile problème. Il était, sans doute, de l'étoffe de ceux

Qui pour leurs coups d'essai veulent des coups de maître,

car il entra dans la carrière avec l'espoir de résoudre la difficulté devant laquelle s'était arrêté un des maîtres de la science. Plus de six années furent employées en expériences entreprises sur la plus grande échelle, et exécutées avec un soin et une patience infinis. Pendant ce temps, M. Boussingault reprenait de son côté la même question pour la soumettre à une suite d'observations décisives. Mais, ces deux grandes séries d'expériences une fois terminées par chacun de nos observateurs, il s'est trouvé que les conclusions de leurs recherches étaient complétement opposées. Tandis que M. Georges Ville, en effet, proclamait, comme une vérité démontrée par ses travaux, le fait de la fixation de l'azote dans l'économie végétale, M. Boussingault, revenant sur ses affirmations antérieures, concluait tout au contraire, que les plantes sont dépourvues de la propriété d'emprunter à l'air cet élément. La discordance, on le voit, ne pouvait être plus complète.

Sans nous étonner outre mesure d'un désaccord que justifient en partie les immenses difficultés qui s'élèvent toutes les fois que l'on soumet à l'expérimentation les phénomènes de la vie, exposons rapidement les deux méthodes de recherches qui ont conduit leurs auteurs à ces résultats contradictoires.

1. *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. I, p. 240.

La méthode principale de M. Ville a consisté à faire naître, croître et se développer diverses plantes dans un espace fermé, dans l'intérieur duquel on provoquait artificiellement un courant d'air régulier et constant. L'appareil se composait d'une sorte de grande cloche ou de serre, à dimensions considérables, et de toutes parts hermétiquement fermée. Au fond de cette cloche, on semait un certain nombre de graines dans du sable additionné de cendres fournies par des plantes de la même espèce. Le fond des pots plongeait dans une nappe d'eau distillée; l'arrosage se faisait ainsi de lui-même par le simple effet de la capillarité des racines. Un aspirateur, de très-grande dimension, faisait chaque jour passer dans la cloche un volume d'air déterminé. Avant de pénétrer dans la cloche, cet air traversait toute une série de tubes contenant de l'acide sulfurique et d'autres corps absorbants appropriés, qui le dépouillaient complétement de toutes les vapeurs ammoniacales et des poussières organiques qui auraient pu apporter de l'extérieur une certaine quantité d'azote. Les plantes se trouvaient donc placées dans les conditions naturelles de la végétation à l'air libre. Seulement, comme l'air n'aurait pas, dans cette disposition, fourni aux plantes une quantité suffisante de gaz acide carbonique, on dégageait régulièrement un volume supplémentaire de ce gaz qui venait se mêler à l'air de la cloche. Le mécanisme de cet appareil distributeur, réglé par l'aiguille d'une pendule, qui agissait, à intervalles déterminés, sur un petit électro-moteur, reposait sur une idée des plus ingénieuses. Mais nous ne pouvons entrer à ce sujet dans aucune description particulière, pas plus que nous ne pouvons exposer beaucoup d'autres combinaisons mécaniques d'une rare perfection que l'on admire dans les appareils de M. Ville, et qui font du laboratoire et de l'outillage de ce chimiste une des plus curieuses choses du Paris scientifique.

L'expérience dont nous venons de résumer les dispositions permettait de résoudre le problème proposé. En effet, les plantes une fois parvenues à leur dernier développement, on déterminait par l'analyse chimique la quantité d'azote qu'elles renfermaient. Comme la petite proportion d'azote contenue dans les graines avait été déterminée par avance, il est évident que si la plante entière renfermait plus d'azote que les graines n'en contenaient, l'origine de cet azote ne pouvait être rapportée qu'à l'air atmosphérique, puisque, pendant toute la durée de leur végétation, les plantes n'avaient reçu que de l'eau et de l'air parfaitement débarrassés de toute matière azotée.

Une autre série d'expériences effectuées par M. Ville a consisté à doser, avec la plus rigoureuse exactitude, la quantité d'ammoniaque existant dans la totalité de l'air qui s'est trouvé en contact avec une plante pendant toute la durée de sa végétation.

Voici maintenant les résultats numériques auxquels ont conduit ces deux séries d'expériences.

En 1849, la cloche a été traversée par 40 000 litres d'air. Cet air renfermait seulement 1 milligramme et demi d'ammoniaque. Or, les plantes ont absorbé 103 milligrammes d'azote.

En 1850, on a fait passer dans la cloche 65 000 litres d'air qui renfermait 2 milligrammes d'ammoniaque, et les plantes ont absorbé 1 gramme 186 milligrammes d'azote.

En 1851 eut lieu l'expérience qui consistait à absorber par l'acide sulfurique l'ammoniaque de l'air avant son entrée dans la cloche. Dans ces conditions, l'azote des récoltes a dépassé celui des semences de 481 milligrammes.

Enfin en 1852 la même expérience, exécutée sur le froment, a conduit au même résultat. L'azote déterminé dans la plante après sa fructification l'emportait, sur celui des semences, de 36 milligrammes. Cette expérience paraît sans réplique, et l'assimilation de l'azote de l'air ne peut être

contestée en présence de ces feuilles, de ces fleurs et de ces graines exclusivement faites avec de l'air et de l'eau.

Passons maintenant à la méthode dont M. Boussingault a fait usage de son côté et qui l'a conduit à une conclusion contraire..

Redoutant certaines causes d'erreur dans l'emploi d'un appareil en communication permanente avec l'air extérieur, M. Boussingault s'est arrêté à l'idée de faire pousser ses plantes dans un vase entièrement clos, en les maintenant pendant toute la durée de leur végétation à l'abri de toute communication avec le dehors. Seulement, comme la quantité de gaz acide carbonique contenue dans ce faible volume d'air aurait été évidemment insuffisante pour la vie de la plante, un petit appareil permettait de lui administrer, au moment voulu, une nouvelle ration d'acide carbonique. Ainsi réduit à un état de simplicité extrême, tout l'appareil ne se composait que d'un grand ballon de verre d'une capacité de 60 à 80 litres. Voici comment cet appareil était mis en expérience.

Au fond du ballon se trouvait un sol artificiel composé de pierre ponce concassée et mélangée avec des cendres provenant de la combustion du fumier de ferme, et des cendres fournies par des graines de l'espèce des plantes à expérimenter. Une certaine quantité d'eau distillée, qui ne pouvait jamais être renouvelée, baignait la base de ce sol artificiel. On semait la graine en l'introduisant dans le ballon par un tube de verre creux. La graine introduite, on fermait le ballon à l'aide d'un bouchon recouvert d'une coiffe de caoutchouc. Quant la germination était suffisamment avancée, on ajoutait à cette atmosphère confinée le gaz acide carbonique supplémentaire. Pour cela, on remplaçait le bouchon du ballon de verre par un second ballon renversé, offrant à peu près le dixième de la capacité du premier et rempli à l'avance de gaz acide carbonique. La jointure des deux ballons, bien lutée avec de la cire d'Espagne.

on enterrait à moitié l'appareil dans le sol, et à partir de ce moment l'expérience était abandonnée à elle-même; l'opérateur n'avait plus qu'à observer le développement de la plante jusqu'à l'époque qui lui paraissait convenable pour la soumettre à l'analyse, et reconnaître ainsi si elle avait emprunté de l'azote à l'atmosphère confinée au sein de laquelle elle avait vécu.

De plusieurs expériences exécutées sur trois espèces de végétaux, M. Boussingault a tiré cette conclusion : que les plantes n'avaient absorbé aucune trace d'azote. La quantité d'azote existant dans la plante développée ne surpassait point, en effet, celle qui existait dans la graine, et que l'on avait déterminée d'avance avec beaucoup de soin.

Entre deux observateurs d'une habileté et d'une loyauté irréprochables, et qui, dans l'étude d'une question scientifique d'un ordre élevé, sont conduits à des affirmations contraires, il est bien difficile d'émettre un jugement. Reproduire les critiques mutuelles que les expérimentateurs ont cru pouvoir adresser à la méthode suivie par leur adversaire, est facile sans doute, mais n'amène à rien de sérieux; car si l'on peut aisément signaler des causes d'erreur dans une longue série d'expériences, ces objections de détail ne peuvent que faiblement infirmer le résultat final déduit des expériences. Nous sommes donc heureux de pouvoir apporter les résultats de l'arbitrage suprême auquel cette grande question a été soumise.

En 1855, le jugement définitif de ce débat a été confié par l'Académie des sciences à une commission composée de chimistes et de physiciens expérimentés. M. Ville s'est empressé de construire sur ses premiers modèles deux vastes appareils qu'il a mis à la disposition de la commission de l'Académie, et qui ont été installés peu après au jardin des Plantes. Les travaux auxquels la commission s'est livrée ont duré dix-huit mois. Ils ont consisté à re-

péter les expériences de M. Georges Ville sur l'absorption de l'azote dans des espaces fermés.

La commission a conclu, dans un rapport très-développé, qui a été présenté à l'Académie des sciences par M. Chevreul « que l'expérience faite au muséum d'histoire naturelle est conforme aux conclusions que M. Ville avait tirées de ses travaux antérieurs, » ce qui veut dire que l'on a constaté dans ces expériences le fait de l'absorption de l'azote gazeux par des plantes en état de végétation.

Nous ajouterons que l'on comprendrait d'ailleurs difficilement que l'on pût nier le fait général de l'absorption de l'azote par les végétaux. Si ce résultat semblait de nature à soulever la moindre objection, il suffirait de renvoyer les contradicteurs à l'ouvrage si connu de M. Liebig, *Lettres sur la chimie*, dans lequel ce savant énumère une série de faits positifs, de nature à faire disparaître toute hésitation sur ce point.

Nous ferons remarquer, en terminant, que la question qui a été le sujet de ces recherches et de ces discussions était bien digne, par son importance, d'attirer toute l'attention des savants. S'il est démontré, en effet, que toutes les plantes indifféremment empruntent à l'air l'azote, et que les céréales n'apportent aucune exception à ce fait, beaucoup de points de vue auxquels on a dû s'assujettir jusqu'à ce moment dans la composition rationnelle à donner aux engrais des céréales et d'autres plantes agricoles, devront être sensiblement modifiés ou transformés. Si au contraire, ainsi que M. Boussingault l'assurait, l'azote de l'air n'est point assimilable par les plantes, et si son rôle se borne à tempérer, en quelque sorte, l'action du gaz oxygène auquel il est mêlé, on devra insister d'une manière toute particulière, dans la composition des engrais, sur l'emploi des matières azotées susceptibles de fournir aux plantes un élément qui leur est indispensable et qu'elles ne sauraient puiser sponta-

nément dans l'air. Cette question, qui semble au premi
coup d'œil limitée au domaine de la science théorique, s
rattache donc aux intérêts les plus directs de l'agricultur
et c'est pour ce motif que nous avons cru pouvoir l'exa
miner ici avec quelque étendue.

Après avoir soumis de cette manière à une étude ap
profondie, et en s'entourant des moyens de recherches le
plus précis et les plus perfectionnés que fournisse l'éta
présent de la science, la question de l'absorption du ga
azote par les plantes en état de végétation, M. George
Ville s'est occupé, par des moyens du même genre, d'étu-
dier l'absorption du carbone par les végétaux.

Mais le carbone et l'azote ne sont pas les seuls éléments
qui concourent à la vie végétale; les plantes ont besoin,
en outre, de phosphore, de soufre, de potasse, de chaux et
de magnésie. Pour découvrir le mécanisme chimique de la
formation des végétaux, il faut donc connaître le rôle de
chacun de ces agents, déterminer son utilité propre et l'in-
fluence qu'il exerce sur l'assimilation de tous les autres
éléments; c'est à cette condition seulement que la science
chimique pourra devenir un jour un utile auxiliaire pour
l'agriculture.

Tout le monde comprendra sans peine que la solution
de questions si multiples et si variées ne s'improvise pas.
Elle ne s'obtient qu'au prix de beaucoup de temps, d'es-
sais et de dépenses. Il faut donc savoir gré à ceux qui ne
reculent pas devant les sacrifices que de telles recherches
exigent, aujourd'hui surtout où les travaux d'ensemble et
de longue haleine deviennent de plus en plus rares et sont
presque contraires à nos habitudes.

Ces réflexions, que les travaux dont nous venons de
rendre compte suggèrent de prime-abord, nous seraient
inspirées au besoin par la lecture d'un nouvel ouvrage de
M. Ville, dans lequel on trouve le rôle des engrais élevé
pour la première fois à la hauteur d'une question de

science[1]. Ces sortes de recherches touchent aux intérêts sociaux les plus vivants de notre époque ; elles sont appelées à exercer une influence si considérable sur les progrès de notre agriculture, que nous considérons comme un devoir de nous en occuper.

Grâce à la munificence de l'Empereur, M. Georges Ville fait construire en ce moment au Muséum d'histoire naturelle de Paris, où il occupe la chaire de *physique végétale*, créée, il y a un an, par l'initiative éclairée de M. le ministre de l'instruction publique, un laboratoire modèle digne de l'établissement auquel il se rattache, et qui sera bientôt visité par les savants étrangers comme une des plus originales créations de la capitale. Une visite détaillée faite à ce nouveau laboratoire, nous fournira l'occasion de revenir dans le volume prochain de l'*Année scientifique*, sur les travaux et l'enseignement du jeune professeur.

2

Les nouveaux procédés de fabrication du fer. — Systèmes mis en usage jusqu'ici pour l'affinage de la fonte : affinage au charbon de bois ; puddlage ou méthode anglaise. — Systèmes nouveaux : méthode prussienne de MM. Bremme et Krüpp. — Procédé de M. H. Bessemer, de Londres. — Procédé de M. Tessié du Motay.

Depuis quelque temps, de nouveaux procédés pour la préparation économique du fer et de l'acier préoccupent vivement la métallurgie. Un mouvement d'une portée sérieuse tend à se manifester dans cette branche de l'industrie, et tout annonce que les méthodes usitées depuis des siècles pour la fabrication des fers, sont à la veille de subir une transformation importante. En France, les idées mises en avant par le génie du regrettable Adrien Chenot, portent déjà leurs fruits. Les fils de cet inventeur,

1. *Recherches expérimentales sur la végétation*, par M. Georges Ville, professeur de physique végétale au Muséum d'histoire naturelle. — Un vol. in-8 avec planches photographiques, chez Victor Masson et Mallet-Bachelier. 1857.

trop négligé pendant sa vie, suivant la voie glorieuse tracée par leur père, dotent l'industrie d'une nouvelle source d'acier obtenu à bas prix, et diverses usines de la capitale commencent à employer avec avantages des aciers préparés en grand par des méthodes qui ont été longtemps taxées d'utopies. En Autriche, le capitaine Uchatius suit la même route, en essayant de produire à bas prix des aciers dont les qualités semblent fort acceptables, d'après les expériences dont nous avons été témoin dans les ateliers du chemin de fer du Nord. En 1857, tous les journaux se sont occupés, en Angleterre, d'un nouveau procédé de fabrication du fer inventé par M. H. Bessemer, de Londres. Enfin, un chimiste français, M. Tessié du Motay, a imaginé un nouveau procédé d'affinage, qui aurait pour résultat de résoudre le problème, depuis si longtemps poursuivi, de remplacer les feux au bois, dans l'affinage de la fonte, par l'emploi de la houille. Ce dernier résultat serait d'une valeur considérable, puisqu'il permettrait de rendre à l'agriculture forestière les énormes quantités de bois que l'entretien d'innombrables fours d'affinerie consume aujourd'hui dans nos forges.

C'est le tableau des divers perfectionnements récemment introduits dans la fabrication du fer, que nous allons essayer de présenter ici, moins pour exprimer sur chacun d'eux un jugement, que pour mettre nos lecteurs au courant des progrès qui sont en voie de s'accomplir dans l'une des branches les plus importantes de l'industrie européenne. Cette question intéresse jusqu'au dernier des particuliers, puisqu'une diminution notable dans le prix de fabrication du fer se traduirait par une grande impulsion imprimée tout aussitôt aux diverses branches de notre industrie manufacturière, aussi bien qu'à l'agriculture, qui a tant d'intérêt à posséder à bas prix des instruments de fer et d'acier. Produire du fer à bon marché, ce serait apporter à l'industrie, à l'agriculture, une force nouvelle;

ce serait ajouter aux ressources, à la puissance, au bien-être de la société moderne.

Nous devons commencer par exposer, en peu de mots, les opérations qui ont été employées jusqu'à ces derniers temps pour l'extraction du fer.

Chacun sait que la préparation du fer se compose de deux opérations distinctes et successives. Par la première, qui se pratique dans les hauts fourneaux, on obtient la *fonte*, sorte de fer extrêmement impur et qui doit principalement sa propriété cassante, à froid ou à chaud, à la présence d'une quantité notable de carbone, de silicium, de soufre et de phosphore, provenant soit du minerai ferrugineux, soit de la houille qui a servi à opérer la réduction et la fusion de la matière métallique. Dans la seconde opération, on reprend la fonte, et on la débarrasse, par un traitement convenable, du carbone, du silicium, du soufre et du phosphore, pour l'amener à l'état de fer pur.

Les perfectionnements nouveaux dans la fabrication du fer dont nous avons à parler ne portent point sur la première de ces opérations, c'est-à-dire sur la préparation de la fonte, mais sur la seconde, c'est-à-dire sur la purification ou l'*affinage* de ce produit.

Deux systèmes différents sont en usage pour l'affinage de la fonte : l'un, employé presque exclusivement sur le continent européen, porte le nom d'*affinage au bois ;* l'autre, imaginé en Angleterre, a reçu le nom de *puddlage*, ou *affinage par la méthode anglaise*.

L'*affinage au bois* consiste à placer la fonte dans un petit foyer chauffé au bois, et à diriger sur le métal tenu en fusion le vent de puissants soufflets. Le bois est employé comme le combustible le plus pur, et pour éviter la présence des produits étrangers qui existent dans les houilles, et qui, se mêlant au fer, altéreraient sa qualité. L'air, se trouvant en contact, incessamment et par grandes masses,

avec la fonte portée à une température élevée, brûle, au moyen de son oxygène, le carbone, le silicium, le soufre, le phosphore, substances toutes fort oxydables. En négligeant ici les réactions assez compliquées qui ont lieu pendant cette opération, nous nous bornerons à dire qu'elle se termine en plaçant sous le marteau, et battant à coups redoublés, le fer retiré du foyer d'affinage. Par ce dernier travail, le fer devient ductile et achève de prendre toutes les qualités physiques qui rendent ce métal si éminemment précieux.

L'*affinage par la méthode anglaise*, ou *puddlage*, inventé par Cort et Pernell, en 1787, consiste à supprimer toute soufflerie. Après une première fusion de la fonte, qui commence à la débarrasser en partie des produits oxydables, l'affinage se fait dans des fours à réverbère chauffés par la flamme de la houille. On provoque l'entière disparition du silicium, du carbone, du soufre et du phosphore, au moyen de l'addition de matières particulières, qui, par certaines réactions chimiques, font passer dans les scories ces matières nuisibles. L'opération se termine en placant sous le marteau les boules de fer tirées du four à réverbère, pour les soumettre à un martelage répété.

L'affinage au charbon de bois, très-inférieur à l'affinage à la houille au point de vue du prix de revient, ne s'est maintenu en France, malgré le déboisement rapide de la plupart de nos pays forestiers, qu'en raison de la qualité supérieure des fers que l'on obtient par cette méthode, et aussi par suite de la qualité, relativement médiocre, des fers obtenus par la méthode anglaise.

D'un côté, la qualité inférieure des fers fabriqués à la houille, et, de l'autre, le prix élevé et toujours croissant des fers de forge, auraient dû depuis longtemps solliciter l'attention des ingénieurs et des métallurgistes, et les pousser à la recherche de quelque méthode nouvelle consistant à produire, dans les fours à réverbère, des fers aussi par-

faits que ceux fabriqués dans les forges à feux de bois. Mais, chose singulière, et qui a été remarquée avec beaucoup de sagacité par M. Leplay, dans son mémoire sur la fabrication des fers du Nord, « le progrès de la métallurgie moderne, sans cesse dirigé en vue de réaliser des économies sur les consommations en matières et en main-d'œuvre, loin d'amener des améliorations dans la qualité du fer, a entraîné généralement en Europe une détérioration dans le *corps* et la *pureté* de ce métal. »

Cependant, dans ces dernières années, les ingénieurs anglais, allemands et français, obligés d'employer, pour le matériel roulant des chemins de fer, des quantités considérables de fer d'une qualité supérieure, ont réagi contre l'entraînement qui poussait nos maîtres de forges à fabriquer une quantité de plus en plus grande de mauvais fers à bas prix. De cette réaction, sont nées, en Allemagne d'abord, puis en Angleterre, deux nouvelles méthodes d'affinage.

La première de ces méthodes, inventée par M. Bremme et perfectionnée par M. Krüpp, consiste à fabriquer dans les fours à puddler, non du fer proprement dit, mais une sorte de fer aciéreux, se rapprochant, tantôt des aciers naturels, tantôt des fers catalans. La seconde méthode, due à M. Bessemer, consiste à supprimer du même coup les fours à puddler et les fours d'affinerie, en y substituant des creusets ou *cubilots* de grandes dimensions, dans lesquels l'air, l'oxygène ou la vapeur d'eau, fortement comprimés, et chauffés à une haute température, décarburent la fonte et l'affinent sans le concours du travail humain.

Plus tard, enfin, s'est produit en France le système d'affinage inventé par M. Tessié du Motay, et mis en œuvre par le concours industriel de M. Fontaine, maître de forges. Ce système a pour but principal l'affinage des fontes fines dans les fours à puddler, et la production, dans ces

fours, de fers semblables à ceux fabriqués avec les mêmes fontes dans les fours au charbon de bois.

Nous allons passer successivement en revue chacune de ces nouvelles méthodes de traitement des fontes.

Les méthodes de MM. Bremme et Krüpp ne reposent, ni l'une ni l'autre, sur un principe original. Toutes deux, elles ont pour but de produire dans les fours à puddler, par la seule action des silicates basiques sur le carbone des fontes, une réduction incomplète, et d'imiter ainsi les réactions qui s'opèrent dans les fours d'affinerie où l'on fabrique les aciers naturels. Ces méthodes sont appliquées en Prusse, où elles ont pris naissance, et dans plusieurs grandes usines françaises. On les met spécialement en usage pour la fabrication des fers destinés aux essieux et aux bandages de wagons et de locomotives. Mais le fer que l'on obtient par la méthode prussienne est loin d'avoir toutes les qualités physiques, toute la pureté que l'on recherche dans ce métal; c'est une sorte de produit intermédiaire entre le fer et l'acier. Il ne présente les qualités de dureté aciéreuse, réunies aux qualités de malléabilité qui caractérisent les bons fers, que dans ce cas, tout exceptionnel, où les fontes qui le produisent sont de la même nature que celles employées à la fabrication des aciers naturels dans les foyers au charbon de bois. Toutes les fois que les fontes affinées par les procédés allemands ne possèdent pas les qualités de nature dites *propriétés aciéreuses*, les aciers ou les fers à texture grenue, fabriqués, dans les fours à réverbère, par ces procédés, sont cassants à chaud et à froid; ils ne peuvent ni se percer ni se bien souder; ils ne possèdent, en un mot, ni les propriétés essentielles des aciers, ni celles des bons fers.

Les procédés de MM. Bremme et Krüpp ne se font donc remarquer par aucun des caractères qui sont propres aux méthodes généralisatrices. Ils rentrent dans le domaine de

ces perfectionnements spéciaux qui, si utiles qu'ils soient au développement de l'industrie, n'ouvrent pourtant à la science aucune voie nouvelle.

Le système de purification de la fonte récemment mis en pratique, en Angleterre, par M. H. Bessemer, se recommande au contraire par un caractère frappant d'originalité et de nouveauté. Il ne serait pas difficile, sans doute, de signaler, dans de très-intéressantes tentatives faites en France, les traces ou les rudiments de systèmes analogues à celui de l'ingénieur anglais. On pourrait faire voir que dans les travaux d'Adrien Chenot, dans quelques recherches métallurgiques de M. Gaudin, enfin, dans un procédé inventé par M. Avril, métallurgiste français, on a mis en avant des idées fort analogues à celles de M. Bessemer relativement au traitement de la fonte. Mais personne jusqu'ici n'avait mis ces principes en pratique avec autant de succès que l'ingénieur anglais.

La méthode de M. Bessemer consiste, pour le dire en un mot, à supprimer l'action des souffleries, destinées à oxyder le carbone et le silicium de la fonte, en les remplaçant par un courant d'air comprimé ou de vapeur d'eau, qui traverse la matière métallique tenue en fusion. Cette vapeur, se décomposant en présence du fer, fournit de l'oxygène qui brûle le carbone, le silicium et le soufre, et fait passer ces corps à l'état d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et d'acide sulfureux, composés qui se dégagent à l'état de gaz, et laissent ainsi le fer en grande partie décarburé.

Un ingénieur anglais, M. H. Collyer, qui a été témoin de la mise en pratique du nouveau procédé, chez MM. Bessemer et Longeson, à Buxter-House, décrit en ces termes, dans le *Mining Journal*, l'opération qui fut exécutée sous ses yeux :

« Une machine à vapeur de la force de dix chevaux, dit

M. H. Collyer, faisait marcher une machine soufflante; l'air était reçu dans un récipient de la forme d'une chaudière, pour en régler la pression constante et uniforme, qui était d'environ 5 kilogrammes par pouce carré. Un tuyau principal conduisait l'air de ce récipient au fourneau couvert; il se divisait dessous en cinq ou six petites tuyères, dont l'orifice était composé d'argile réfractaire. Dans le voisinage immédiat, un haut fourneau ordinaire était en pleine opération et contenait environ 300 kilogrammes de *gueuse* ordinaire. Cette opération primitive étant complète, c'est-à-dire la fonte étant à l'état de fusion, elle fut coulée dans une poche. A ce moment l'air comprimé de la soufflerie fut lancé dans le fourneau d'affinerie, fait en dôme, où il n'y avait aucune espèce de combustible. La fonte en fusion fut alors versée de la poche dans le fourneau d'affinerie, et immédiatement le mouvement d'ébullition de la fonte fut évident d'après la réverbération du sol. Après environ quatre minutes, la quantité de matières denses, qui s'échappaient des deux ouvertures situées au sommet des côtés du fourneau, indiquaient que le carbone et le soufre étaient expulsés sous forme de gaz oxyde de carbone et d'acide sulfureux. Il était évident, d'après les scintillations produites, que l'oxygène jouait un rôle très-important: la combustion était si active qu'elle faisait bouillonner et soulever le métal ce qui dura environ dix minutes, quand alors arriva la crise qui expulsa les scories.

« Cela continua pendant environ cinq minutes, et la masse liquide devint alors comparativement tranquille; les gaz qui s'exhalaient alors étaient moins denses jusqu'à une période de vingt-quatre minutes seulement, quand alors la soufflerie fut arrêtée et le métal purifié coulé en un lingot....

« Une barre de fer malléable fut produite de 4 mètres environ de long, sur 0,050 de large et 0,012 d'épaisseur; on la ploya et on lui trouva une grande ductilité, quoique, quand elle fut cassée, les maîtres de forges trouvèrent que sa texture n'indiquait pas une telle ductilité, et ceci leur sembla un paradoxe. »

En lisant la description précédente, et en y voyant mentionnée cette circonstance, que le fer obtenu dans cette opération était un fer *fondu*, pusqu'on l'obtenait dans le creuset à l'état de fusion, nous ne pûmes nous défendre de concevoir aussitôt des craintes sur la pureté métallurgique

d'un tel produit. Il est certain, en effet, que l'infusibilité dans nos fourneaux industriels est le caractère chimique du fer pur. Une matière capable de se mettre ainsi, et par grandes masses, en état de fusion dans un vaste creuset, nous apparaissait donc dévoir consister, non en fer pur, mais en une variété de fer aciéreux devant, comme l'acier ou les fontes, sa fusibilité à la présence d'une certaine quantité de carbone, de silicium ou de manganèse.

L'expérience ultérieure et l'examen des fers produits par M. Bessemer ont confirmé nos appréhensions sous ce rapport, et nous avons été peu surpris en apprenant le résultat des essais qui ont été tentés postérieurement à l'arsenal de Woolwich, pour étudier les qualités des fers produits par M. Bessemer. Ces essais ont établi, en effet, que ces fers, quoique chimiquement plus purs que ceux fabriqués dans les fours à puddler par les méthodes anciennes, ne réunissent aucune des qualités de malléabilité, d'homogénéité et de ténacité moyennes, qui caractérisent les bons fers puddlés mixtes.

Malgré ce résultat, infructueux à certains égards, hâtons-nous de dire que c'est une heureuse voie que celle qui a été ouverte par M. Bessemer. Espérons qu'elle sera suivie dans l'avenir, et que, plus profondément creusée, elle conduira au but que tous les hommes de progrès doivent s'efforcer d'atteindre, c'est-à-dire à supprimer de plus en plus, dans le travail du fer, le fardeau matériel du labeur humain.

Ce qu'il faut bien remarquer, en effet, dans l'importante tentative due à l'ingénieur anglais, c'est la pensée hautement philanthropique qui l'a inspirée. En se proposant de remplacer le travail si pénible du brassage des fontes, par l'action mécanique des gaz provenant de la réaction, M. Bessemer a dignement mérité de la science et de l'humanité. Nul n'ignore, en effet, que dans les fours de forge, aussi bien que dans les fours à puddler, les ouvriers em-

ployés à hâter, par le brassage, la réduction des fontes en fer, travaillant au contact d'une température excessive, sont sans cesse exposés à contracter des maladies graves, et qu'alors même qu'ils échappent à ces pernicieuses influences, ils sont pour la plupart forcés, entre quarante et cinquante ans, de renoncer, par l'épuisement de leurs forces, au métier qui est leur unique gagne-pain. Si le procédé de M. Bessemer devient jamais pratique, ce sera là, à nos yeux, un des titres principaux qui devront recommander à la reconnaissancc publique le nom du métallurgiste anglais.

Nous arrivons à une nouvelle méthode d'affinage de la fonte imaginée en France par M. Tessié du Motay, et que nous avons étudiée avec un intérêt réel, parce qu'elle repose sur un ensemble d'observations originales, et qu'elle n'a rien emprunté aux travaux antérieurs des hommes illustres qui ont fait de la métallurgie du fer un des plus beaux chapitres de la chimie moderne.

Ce qui a dirigé, en effet, M. Tessié du Motay dans ses recherches, c'est la découverte d'un état *pyrophorique* du fer pendant la réduction des fontes, et l'observation de la formation de l'*ozone* dans ces mêmes réductions faites à une température moyennement élevée. Ces deux notions, de l'état pyrophorique du fer et de l'intervention de l'ozone dans cette réaction, marquent d'un sceau d'originalité et de nouveauté les recherches de ce chimiste. Ne pouvant entrer ici dans trop de détails techniques, nous nous bornerons à indiquer d'une manière générale l'ensemble des observations qui ont conduit M. Tessié du Motay à sa nouvelle méthode.

Il résulte des expériences de ce chimiste : 1° que dans les feux de forge, pendant la première période de l'affinage, il se produit, pour ainsi dire, deux sortes de fer : le fer de la fonte décarburée, qui est peu ou point pyrophorique, e

le fer des oxydes réduits, ou fer naissant, qui est éminemment pyrophorique ; 2° que dans la seconde période de l'affinage, au moment où l'éponge métallique, composée des deux sortes de fer ci-dessus, est exposée à l'action directe des tuyères, le fer pyrophorique, qui s'oxyde presque spontanément, est la cause déterminante de l'élévation subite de température qui détermine la fusion du métal non oxydé ; 3° que, pendant cette oxydation du fer pyrophorique, la partie de l'oxygène de l'air en excès *s'ozonise* et acquiert ainsi la propriété d'oxyder très-promptement, avec une quantité correspondante de fer pyrophorique, une grande portion du carbone, du soufre et des autres métalloïdes que ce fer peut contenir ; et que c'est ainsi que le silicium et le phosphore, brûlés par l'ozone, passent dans les scories, tandis que le carbone et le soufre se dégagent sous forme de gaz oxyde de carbone et sulfureux[1].

Par cette étude des réactions comparatives qui se produisent dans les feux de forge et dans les fours à puddler, M. Tessié du Motay s'est convaincu que les différences qui les caractérisent reposent essentiellement sur la formation ou la non-formation du fer pyrophorique d'une part, et d'autre part sur l'action oxydante, à des degrés différents, de l'ozone et des vapeurs ou gaz qui prennent naissance dans les fours à réverbère. En conséquence, afin d'arriver à reproduire dans les fours à puddler, par une méthode substitutive, les phénomènes qui se passent dans les fours d'affinerie, ou, en d'autres termes, pour arriver à fabriquer au moyen de la houille des fers semblables à ceux

1. Selon M. Tessié du Motay, on peut constater la formation de l'ozone pendant la combustion du fer à basse température, en faisant brûler un peu de fer pyrophorique, ou même de fer peu carburé, dans une cloche pleine d'air ou d'oxygène, et dont la capacité soit assez grande pour que la chaleur de la combustion n'élève pas au-dessus de 100° la température du gaz. Dans le résidu gazeux de la combustion, on constate la présence de l'ozone au moyen des réactifs ordinaires qui servent à déceler ce produit.

fabriqués au charbon de bois, M. Tessié a composé des scories d'affinage qui, sous la double influence du carbone de la fonte et des gaz réducteurs des fours à réverbère, se transforment en fer pyrophorique. Il a remplacé, dans la seconde période de l'affinage, l'action des flammes oxydantes, et même celle du vent des tuyères, par l'action de corps à bas prix, tels que les hypochlorites et certains peroxydes hydratés que l'on projette à froid, et qui, brassés dans le bain métallique spongieux, cèdent, au contact du fer pyrophorique, leur oxygène à l'état naissant.

La scorie d'affinage employée par M. Tessié du Motay est un silicate complexe d'alumine et de fer qui, par sa constitution, tient le milieu entre la *staurolithe* et l'*orthose;* la silice s'y trouve combinée, d'une part, avec du protoxyde de fer uni ou non uni à une ou plusieurs bases alcalines, terreuses ou métalliques, et d'autre part, avec de l'alumine unie à des oxydes magnétiques ou à des peroxydes de fer.

L'application de la méthode d'affinage de M. Tessié a été faite, sur une grande échelle, dans les usines de Bourges et de Rosières. Si MM. Tessié du Motay et Fontaine parviennent à rendre pratique l'emploi de ce procédé, ils rendront à leur pays un double service, car, tout en permettant aux maîtres de forges de livrer à la consommation des fers fins à bas prix, ils contribueront à faire rentrer dans la circulation le produit de 350 000 hectares de bois aménagés à vingt ans, et qui servent aujourd'hui à l'alimentation annuelle de 600 fours d'affinerie.

Telles sont les tentatives récemment faites pour rendre plus économique la fabrication des bons fers.

3

Production artificielle des pierres précieuses : le corindon, le saphir et le rubis. — Essai de formation artificielle du diamant.

Si l'on en excepte le diamant, les berils, les topazes, les zircons et les grenats, les pierres précieuses dites *orientales* ne sont composées que d'alumine cristallisée, et contenant quelques traces d'oxydes métalliques, qui leur donnent les couleurs brillantes qui les distinguent. Le *corindon* ou *saphir blanc* est de l'alumine pure cristallisée en rhomboèdres; le *saphir* est de l'alumine cristallisée de la même manière et colorée en bleu par un oxyde métallique; la *topaze orientale*, le *rubis*, l'*améthyste orientale*, ne sont encore que de l'alumine cristallisée et colorée par quelque produit étranger, en jaune, en rouge, ou en violet; l'*émeraude orientale* n'est elle-même qu'une variété verte d'alumine. La chimie ayant établi d'une manière exacte la composition de ces précieux minéraux, il semble que l'art ne devait pas rencontrer de grandes difficultés pour les reproduire, et que l'on devait assez facilement les imiter en prenant de l'alumine pure et la mettant en fusion à l'aide de la chaleur.

Il a été longtemps impossible de disposer d'une source de calorique assez puissante pour fondre l'alumine. La découverte faite, il y a vingt ans, du chalumeau oxy-hydrique, dans lequel, à l'aide d'un jet de gaz oxygène, on alimente la combustion d'un courant d'hydrogène gazeux, dota l'industrie, ou plutôt les laboratoires, d'un moyen d'obtenir, sur un point limité, une température d'une élévation excessive, et capable de mettre en fusion les oxydes métalliques réputés jusque-là infusibles.

M. A. Gaudin, calculateur au bureau des longitudes, s'est beaucoup occupé de l'emploi du chalumeau oxy-hy-

drique. Il essaya, en 1837, de produire artificiellement, à l'aide de cette source de calorique, les pierres orientales, et principalement le rubis, la plus précieuse de toutes. Il réussit assez bien en fondant, dans une cavité de noir de fumée, de l'alun (sulfate d'alumine et de potasse) additionné de cinq millièmes de chromate de potasse. Il obtint ainsi des globules d'alumine fondue qui avaient la couleur, la dureté et la composition du rubis. Seulement, ces pierres précieuses artificielles étaient inacceptables dans le commerce, en raison de leur incomplète transparence. Si l'on était parvenu à leur donner une entière limpidité, aucun joaillier n'aurait pu distinguer ces produits artificiels des pierres précieuses naturelles. Il leur manquait toutefois encore un caractère fondamental qui aurait permis aux physiciens de les distinguer aisément des véritables rubis. Le *corindon* et toutes ses variétés naturelles, telles que le *saphir*, le *rubis*, etc., sont doués de la double réfraction lumineuse. Au contraire, les rubis artificiels de M. Gaudin ne possédaient pas cette propriété optique, c'est-à-dire se comportaient avec la lumière polarisée comme du verre ordinaire. Jointe au défaut de limpidité, cette imperfection originelle ne permettait donc aucunement de confondre ces tributs de l'art avec les véritables pierres précieuses.

En 1847, Ebelmen, directeur de la manufacture de porcelaine de Sèvres, réussit à obtenir des pierres orientales de toutes couleurs en cristaux parfaitement limpides, mais seulement en fragments microscopiques, qui ne pouvaient trouver aucun emploi dans l'industrie. Ce physicien avait reconnu que l'acide borique, considéré jusque-là comme absolument fixe, peut cependant se vaporiser par l'action prolongée de la haute température des fours à porcelaine. Il eut dès lors l'idée de se servir de l'acide borique pour faire cristalliser l'alumine et la silice par voie de dissolution et d'évaporation, c'est-à-dire, selon la méthode générale employée pour faire cristalliser les corps. Par l'action

du calorique, il dissolvait dans de l'acide borique de l'alumine mélangée d'une faible proportion d'un oxyde colorant. Quand on exposait à la chaleur d'un four à porcelaine des capsules de platine contenant un tel mélange, l'acide borique s'évaporant peu à peu et finissant par disparaître en entier, laissait l'intérieur de la capsule tapissé de petits cristaux brillants d'alumine, identiques par leur transparence, leur couleur et leurs propriétés optiques, avec les pierres précieuses de l'Orient. Seulement, il était impossible de les détacher de la capsule sans les briser.

M. de Sénarmont est parvenu plus récemment à faire cristalliser l'alumine et la silice par une autre méthode. On place dans des tubes de verre, clos de toute part, des *hydrates* d'alumine et de silice, c'est-à-dire des combinaisons d'eau et de ces oxydes, et l'on chauffe ces tubes à une température de 180 degrés. Sous l'influence de la chaleur, l'hydrate d'alumine ou de silice se décompose, l'eau de combinaison s'en sépare, et l'on obtient des cristaux de ces oxydes parfaitement réguliers, mais toujours de dimensions microscopiques.

Au mois d'avril 1857, M. A. Gaudin a présenté à l'Académie des sciences des *saphirs blancs*, que l'on obtient avec une facilité extrême en très-peu de temps, et sans autre appareil que le feu de forge. En un quart d'heure, on peut en fabriquer des milliers. Leur grosseur est proportionnelle à la masse et à la durée du feu : ils sont plus gros quand on opère dans un fourneau que quand on agit au feu de forge; dans un four à porcelaine, ils seront supérieurs en volume à ceux qu'on obtient dans un fourneau à vent.

Voici le procédé dont M. Gaudin fait usage pour obtenir ces nouveaux produits.

On donne le nom de *creuset brasqué* à un creuset rempli de charbon en poudre, dans lequel on a pratiqué une cavité destinée à recevoir la matière à traiter, qui se trouve ainsi préservée de tout contact avec les parois du creuset,

en même temps qu'elle reste soumise à l'action réductrice du charbon. C'est dans un creuset ainsi préparé qu'opère M. Gaudin ; seulement, il remplace le charbon ordinaire, qui contient de la silice, par le noir de fumée, qui représente du carbone sensiblement pur.

On place dans un creuset brasqué un mélange pulvérisé, de parties égales d'alun et de sulfate de potasse, préalablement calciné pour en chasser l'eau. On remplit à moitié le creuset avec cette poudre ; on achève de le remplir avec du noir de fumée sur lequel on pose le couvercle, que l'on lute soigneusement avec de la terre réfractaire. On chauffe alors au feu de forge le plus violent ; la chaleur doit atteindre le blanc éblouissant et être maintenue un quart d'heure. Sous l'influence de cette haute température, et par la réduction de l'alun opérée par le charbon, il y a formation de sulfure de potassium, qui entre en fusion et dissout l'alumine. Bientôt, ce sulfure de potassium s'évaporant en partie par la chaleur, l'alumine se sépare à l'état de petits cristaux. Quand on casse le creuset, on trouve dans la cavité de sa brasque, une petite concrétion noire, hérissée de points brillants : cette concrétion se compose de sulfure de potassium empâtant des cristaux d'alumine. En la plaçant dans une capsule et la chauffant avec de l'eau régale étendue d'eau, le sulfure se dissout avec effervescence, et laisse au fond de la capsule l'alumine sous la forme d'une poudre brillante, qui ressemble à du sable fin. Mais si l'on regarde cette poudre au microscope, on voit tout autre chose : chaque grain apparaît comme un cristal parfait, d'une limpidité merveilleuse, et qui jouit, comme le rubis naturel, de la double réfraction.

M. Gaudin espérait former des rubis proprement dits, c'est-à-dire des pierres précieuses d'un rouge intense, en ajoutant au mélange certains oxydes métalliques propres à colorer l'alumine. Mais les produits qu'il a obtenus sont incolores, parce que le charbon du creuset réduit toujours

à l'état métallique les différents oxydes ajoutés. Les pierres qu'il a préparées ne sont, d'après cela, que des *corindons* ou *saphirs blancs*, et non des rubis.

Il était important de savoir si ces pierres artificielles avaient toute la dureté du rubis naturel. Un essai fait par un habile pierriste, M. Gindraux, a prouvé que leur dureté est notablement supérieure à celle des rubis que l'on emploie pour former les trous à pivot des montres. Il a fallu vingt minutes pour percer une de ces pierres avec un foret d'un dixième de millimètre de diamètre, garni de poudre de diamant, et qui exécutait cent tours par seconde ; par conséquent, cent vingt mille tours de foret ont été nécessaires pour percer ce saphir blanc qui n'avait qu'un tiers de millimètre d'épaisseur.

Les pierres artificielles obtenues par M. Gaudin sont déjà de dimensions suffisantes pour servir à former les trous à pivot dans les petites montres. Il n'est pas douteux qu'avec des moyens plus importants de fabrication, on n'arrive à les faire assez gros pour servir dans les chronomètres et les pendules.

Les faits découverts par M. Gaudin, outre leur importance propre, puisqu'ils promettent de doter l'industrie, par un moyen fort simple, de produits éminemment utiles et précieux, ont une portée qui nous paraît sérieuse à un autre point de vue : ils mettent sur la voie de la production artificielle du diamant. Nous ne mettons pas en doute que l'on n'arrive un jour à fabriquer, par le secours de l'art, ce produit dont la nature se montre si avare ; et les observations de M. Gaudin sont un acheminement à la réalisation de cette découverte. Ce qui manque, en effet, pour obtenir le carbone cristallisé, c'est-à-dire le diamant, c'est un dissolvant approprié, qui, par l'évaporation ou le refroidissement, laisse cristalliser le carbone. M Gaudin vient de découvrir pour l'alumine un dissolvant nouveau

et ignoré jusqu'ici : c'est le sulfure de potassium. En suivant la même voie de recherches, on pourra trouver un dissolvant analogue, propre à transformer le carbone en véritable diamant. On peut rappeler, à l'appui de cette opinion, qu'en voulant obtenir des cristaux de silice, et plaçant, à cet effet, au feu de forge dans son creuset brasqué, un mélange de sulfure de potassium et de silicate de potasse, M. Gaudin a obtenu une sorte de verre légèrement coloré en noir, qui ne contenait point d'alumine, rayait le verre et agissait manifestement sur le rubis, c'est-à-dire contenait un corps qui avait presque la dureté du diamant. Personne n'ignore, d'ailleurs, que M. Despretz a obtenu, par un courant, longtemps entretenu, d'électricité d'induction, des cristaux microscopiques qui étaient, selon toute probabilité, de véritables diamants. Voilà donc plus d'une voie sérieuse ouverte pour la solution de cet intéressant problème.

4

Le bore et son application à la taille et au polissage des pierres précieuses. — Le diamant de bore.

En attendant que la physique ou la chimie nous donne le moyen de produire artificiellement le diamant, il n'est pas hors de propos d'indiquer qu'on a trouvé dans le *bore*, corps simple qui ressemble beaucoup au carbone, des qualités physiques qui en font un analogue ou un succédané du diamant. Ce fait important a été le résultat d'un travail entrepris, il y a quelque temps, sur ce corps simple, par MM. Wohler et Deville.

On sait que le carbone affecte des états physiques bien divers, parmi lesquels figurent surtout, 1° le carbone amorphe ou non cristallisé, tel que le charbon végétal ou animal ordinaire ; 2° le graphite ou carbone demi-cristallisé ; 3° le carbone cristallisé ou diamant. Or, de même que

le charbon, le bore, selon MM. Wohler et Deville, peut exister sous trois états distincts : 1° le bore amorphe; 2° le bore graphitoïde; 3° le bore cristallisé ou diamant de bore.

Voici par quel moyen MM. Wohler et Deville obtiennent le bore cristallisé, ou diamant de bore, le seul dont nous parlerons ici.

On chauffe très-fortement, pendant cinq heures, un creuset de charbon brasqué contenant 80 grammes d'aluminium et 100 grammes d'acide borique, placé lui-même dans un creuset de plombagine. Après le refroidissement, quand on casse le creuset, on trouve deux couches distinctes, l'une, supérieure, est une sorte de verre composé d'acide borique et d'alumine; l'autre est une masse métallique de couleur grise, caverneuse et hérissée de petits cristaux. Cette masse métallique n'est autre chose que de l'aluminium fondu mélangé de bore cristallisé. Pour isoler les cristaux de bore, on traite cette masse métallique par de la soude caustique bouillante, qui dissout l'aluminium, ensuite par de l'acide chlorhydrique bouillant, qui enlève le fer, enfin par un mélange d'acides azotique et fluorhydrique, pour extraire les traces de silicium que la soude aurait pu laisser dans ce mélange. Après ces divers traitements, le bore demeure isolé.

Mais le bore, séparé de cette manière, ne présente pas, dans toutes les parties de sa masse, le même état physique. Il est facile de reconnaître qu'il se présente sous trois aspects distincts, qui rappellent fort bien les trois variétés physiques propres au carbone. Voici, en effet, les trois variétés de ce corps que l'on trouve dans la masse qui a été soumise aux opérations rapportées plus haut :

1° Bore en lames d'un éclat métallique au moins égal à celui du diamant, paraissant noir et opaque, d'une dureté si considérable qu'il use le diamant, mais avec plus de lenteur que ne le fait la poudre de diamant.

2° Bore en cristaux d'une limpidité et d'une transparence parfaites, en prismes longs échancrés en dents de scie, d'un éclat adamantin extrême, mais d'une dureté un peu moindre que la première variété. Si l'on parvient à produire des cristaux un peu gros et non *maclés* de cette variété, on pourrait l'employer dans la joaillerie.

3° Bore en cristaux excessivement petits, très-nets et très-distincts, rouge-chocolat et tout à fait semblables à la variété de diamant qu'on appelle le *bowr;* il est, sous ce dernier état, d'une dureté qui ne le cède pas à celle du diamant. Après son emploi on le retrouve avec le même degré de finesse qu'avant, ce qui est un caractère de la bonne poudre de diamant.

Le bore, ce corps simple si analogue au carbone, pourrait donc être un jour appelé à constituer un succédané du diamant, sinon peut-être comme objet d'ornement, du moins pour le polissage et le travail des pierres précieuses.

5

Nouveaux gisements du fluor.

Le fluor, corps simple rangé par les chimistes dans la famille naturelle du chlore, du brome et de l'iode, a été peu étudié jusqu'ici dans ses gisements naturels. M. J. Nicklès, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Nancy, a fait, à propos de ce corps, des recherches étendues, qui l'ont amené à signaler sa présence dans un grand nombre de circonstances naturelles.

M. Nicklès a reconnu l'existence de petites quantités de fluor dans le sang et l'urine des animaux. Les os renferment du fluorure de calcium, mais beaucoup moins qu'on ne l'a dit jusqu'ici. D'après Berzélius, on trouverait dans les os calcinés 3 pour 100 de fluorure de calcium; en faisant

usage des moyens perfectionnés qu'il emploie pour la recherche du fluor, M. Nicklès a pourtant reconnu que, dans un kilogramme de substance osseuse, on trouve à peine 5 centigrammes de fluorure de calcium.

D'après M. Nicklès, les sources dans lesquelles l'organisme animal puise le fluor dont il peut avoir besoin, sont : 1° les eaux potables ; 2° les substances végétales. Toutefois, les eaux potables, aussi bien que nos aliments végétaux, contiennent de si faibles proportions de fluor que, pour en signaler des traces par l'analyse chimique, il faut opérer sur un kilogramme au moins de cendres végétales, et sur le produit de l'évaporation de quelques mille litres d'eau.

Le fluor peut être introduit accidentellement dans l'économie animale par les eaux minérales, qui contiennent toutes des fluorures en très-forte proportion, si on les compare aux eaux potables. Cette circonstance paraît expliquer l'efficacité de certaines eaux minérales faiblement minéralisées, telles que les eaux de Plombières, du Mont-Dore, de Soultzbad, etc.

L'eau de la Seine prise à Paris, l'eau du Rhin prise à Strasbourg, se rangent parmi les eaux très-peu riches en fluor. L'une des eaux fluviales de France les plus riches en fluorures est celle de la Somme prise à Amiens.

Les diverses eaux minérales ne sont pas également riches en fluorures ; les plus riches de celles que l'auteur a examinées sont l'eau de Contrexeville, d'Antogard et de Châtenois (Bas-Rhin). Un litre de ces eaux peut donner des marques non équivoques de la présence du fluor. Au contraire, l'eau de l'océan Atlantique n'en contient pas en proportions sensibles. Ce fait établit une différence bien tranchée entre cette eau et les eaux minérales salines qui ont de l'analogie avec l'eau de la mer.

Selon M. Nicklès, la loi de la diffusion du fluor dans l'écorce terrestre peut se formuler ainsi : « il y a du fluorure de calcium dans toutes les eaux qui renferment du

bi-carbonate de chaux; il peut y avoir du fluor dans les roches et les minéraux qui se sont formés par voie de sédiment. »

M. Nicklès est arrivé aux résultats qui précèdent en modifiant les détails d'exécution du procédé classique qui sert à déceler le fluor. Pour reconnaître la présence de ce corps simple, on a l'habitude de traiter la substance dans laquelle on recherche le fluor par de l'acide sulfurique concentré, et de chauffer ce mélange, après avoir recouvert d'une lame de verre le vase qui le renferme : en agissant sur les fluorures, l'acide sulfurique dégage de l'acide fluorhydrique gazeux, lequel a la propriété de corroder fortement la lame de verre par son action sur la silice qui fait partie constituante du verre. Mais, selon M. Nicklès, ce procédé, tel qu'il est mis depuis si longtemps en usage, induit fréquemment en erreur, parce que les vapeurs de l'acide sulfurique suffisent quelquefois pour attaquer la lame de verre, et, en second lieu, parce que l'acide sulfurique du commerce contient quelquefois de l'acide fluorhydrique. Pour faire disparaître ces causes d'erreur, M. Nicklès remplace la lame de verre par une lame de cristal de roche, ou silice pure, substance inattaquable par les vapeurs d'acide sulfurique concentré. Pour purifier l'acide sulfurique employé à la décomposition des fluorures et le débarrasser des petites quantités d'acide fluorhydrique qu'il est sujet à contenir, M. Nicklès recommande de l'étendre d'eau et de l'exposer pendant quelque temps à une température de 150 à 180 degrés.

6

Emploi du collodion sec en photographie.

Tout le monde connaît l'importance et la généralité des emplois qu'a reçus le *collodion* dans la photographie sur

verre. C'est grâce à la rapidité prodigieuse avec laquelle cette substance reçoit l'impression lumineuse que l'on a pu obtenir facilement les portraits. Le composé photogénique employé pour recevoir l'action de la lumière, c'est-à-dire l'iodure d'argent, ne s'impressionne qu'avec une certaine lenteur quand on se borne à le déposer, sans aucun mélange, sur le papier ou sur une lame de verre. Mais quand l'iodure d'argent est mélangé, incorporé, à une certaine quantité de *collodion* (qui n'est autre chose qu'une dissolution de coton-poudre dans de l'alcool éthéré), il s'impressionne en quelques secondes. C'est grâce à l'emploi de ce produit que l'on peut obtenir les épreuves photographiques dites *instantanées*.

Mais, pour donner ce résultat, le collodion doit nécessairement être employé à l'état humide, c'est-à-dire dès le moment de sa préparation. En effet, une glace collodionnée, quand elle est sèche, ne reçoit plus qu'avec une lenteur désespérante l'action chimique de la lumière C'est là un inconvénient très-grave pour la pratique de la photographie. On ne peut jamais opérer avec des glaces préparées d'avance, il faut faire tout dans le même moment. Le paysagiste, le photographe voyageur, ne peuvent donc se servir du collodion pour emporter dans leur portefeuille une provision de plaques photogéniques toutes préparées. Ils doivent se contenter du papier simple ou du papier ciré, qui se conservent, il est vrai, très-longtemps sans altération ; mais qui ne reçoivent qu'avec beaucoup de lenteur l'impression lumineuse.

La découverte du *collodion sec* était donc un problème qui préoccupait depuis longtemps, et avec raison, la tribu des photographes. De nombreux essais ont déjà été tentés dans cette direction, et une découverte faite récemment paraît devoir fournir la solution de ce problème.

Pour bien apprécier le nouveau procédé qui vient d'être proposé pour l'emploi du collodion sec, il est nécessaire

de connaître exactement en quoi consiste le procédé général dont les photographes font usage aujourd'hui pour obtenir des épreuves négatives avec le collodion humide. Voici donc le procédé qui est suivi à cet effet, et dont chacun peut être témoin, s'il obtient du photographe appelé à faire son portrait, l'insigne faveur de jeter un coup d'œil indiscret dans le sanctuaire obscur où s'accomplissent ses mystérieuses opérations.

Pour obtenir une épreuve dite *sur collodion*, on commence par étendre sur une lame de glace une couche de collodion ioduré (dissolution de coton-poudre dans l'alcool éthéré contenant 1 1/2 pour 100 d'iodure d'ammonium) ; on plonge ensuite cette plaque de verre revêtue de collodion dans une dissolution d'azotate d'argent, contenant 10 pour 100 de ce sel. Il se forme un dépôt d'iodure d'argent, emprisonné dans l'espèce de tissu feutré que forme le collodion. C'est là la couche sensible qui, portée, encore humide, dans la chambre noire, y subit l'action chimique de la lumière et reçoit cette première impression qui, secondée plus tard par les agents réducteurs (acide pyrogallique, sulfate de fer, etc.), donne, sur la glace, l'image négative avec toutes ses gradations de teinte. Ce cliché négatif sur verre permet ensuite de tirer un nombre indéfini d'épreuves positives sur papier, en agissant par transparence sur un papier recouvert de chlorure d'argent.

Tel est le procédé employé aujourd'hui presque universellement par les photographes, et qui consiste dans l'emploi du collodion humide.

En opérant avec ces matières encore humides, et qui sont en quelque sorte saisies par les vibrations lumineuses au sortir du bain d'azotate d'argent, on obtient des effets instantanés, aussi rapides que la pensée. Mais si on laisse se dessécher pendant quelques heures la surface sensible, et, à plus forte raison, si on opère avec des glaces préparées depuis plusieurs jours, le temps d'exposition à la

chambre noire devient considérable, souvent même on n'obtient pas la moindre image, quelque prolongée que soit l'exposition à la lumière.

Les photographes ont longtemps cherché la cause de la singulière différence qui existe entre la sensibilité extraordinaire du collodion humide, et l'inactivité, la paresse du collodion desséché. La première idée qui devait naturellement se présenter à leur esprit, c'était d'attribuer à la présence de l'eau l'influence accélératrice, puisqu'une fois toute humidité disparue, les images apparaissent si difficilement. Cette idée a donné lieu à une foule de tentatives qui avaient pour but de rendre le collodion *hygrométrique*, c'est-à-dire capable de s'emparer d'une petite quantité de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, et de se maintenir ainsi constamment un peu humide malgré la dessiccation de l'enduit. Aussi trouve-t-on les colonnes des recueils scientifiques toutes remplies, depuis quelque temps, de recettes propres à empêcher la dessiccation des glaces collodionées. On a vu préconiser, mettre en vogue et abandonner tour à tour, le collodion au miel, au chlorure de calcium, à l'azotate d'ammoniaque, etc.

Un jeune physicien récemment enlevé aux sciences, M. Taupenot, est le premier qui ait su affranchir de l'erreur que nous venons de signaler. Il proposa une formule de collodion sec d'où les agents hygrométriques étaient complétement bannis. Le *procédé Taupenot* consiste à collodioner et sensibiliser les plaques à la manière ordinaire, puis à verser, par-dessus cette première couche, de l'*albumine fermentée* et iodurée, qu'on sensibilise, à son tour, dans le bain d'acéto-nitrate d'argent.

Entre les mains de tous ceux qui ont voulu le répéter, ce procédé a parfaitement réussi. Son seul défaut est d'être d'une exécution très-délicate. Aussi lui préférera-t-on, sans doute, la méthode qui a été proposée en 1857 par MM. Robiquet et Duboscq, et dont voici l'ex-

posé en deux mots. Elle consiste à ajouter au collodion, préparé à la manière ordinaire, 8 à 10 pour 100 de vernis à l'*ambre jaune*. (Ce vernis se prépare en mettant en contact pendant quinze jours quarante parties d'ambre jaune avec cent cinquante parties d'éther et cent cinquante parties de chloroforme.) Ce mélange s'étend sur les glaces avec une grande facilité. Il ne reste, pour le rendre impressionnable, qu'à le plonger quelques secondes dans le bain d'acéto-nitrate d'argent, et à le laver à grande eau. Des plaques ainsi préparées peuvent se conserver des mois entiers sans perdre de leur sensibilité; il suffit de les maintenir à l'abri de la lumière.

Avec les glaces qui ont reçu cette préparation, le temps d'exposition à la chambre noire est double de celui qui est nécessaire avec le collodion humide. Mais une fois l'action photogénique produite, il ne faut pas tarder plus de vingt-quatre heures pour faire apparaître l'image, si on ne veut pas qu'elle soit confuse, souvent même complétement voilée. Il semblerait que les vibrations moléculaires, excitées par les rayons lumineux sur certains points seulement de la surface sensible, se communiquent peu à peu à toute la masse.

Le meilleur moyen de développer les images sur collodion sec, est le suivant. La plaque impressionnée à la chambre noire est, le plus tôt possible, plongée dans l'eau distillée contenant 5 pour 100 d'une solution alcoolique saturée d'acide gallique. Un quart d'heure après, on ajoute quelques gouttes de solution concentrée d'azotate d'argent, et on laisse l'image se développer spontanément, tant que le mélange ne noircit pas. Si cet accident arrive, avant que le négatif soit terminé, on retire la plaque du bain révélateur, on la lave à l'eau distillée et on la plonge dans un second bain absolument semblable au premier. L'image terminée, on lave à grande eau, puis à l'hyposulfite de soude ou au cyanure. On lave de nouveau à l'eau

distillée; on laisse sécher à l'air libre et on passe une couche de vernis à la benzine[1].

La véritable importance du travail de MM. Robiquet et Duboscq nous paraît résider dans les vues théoriques où ils en ont puisé la première idée. Ces expérimentateurs ont eu le mérite de donner la véritable théorie du collodion sec et humide, et d'expliquer, ce que personne n'avait fait encore, les causes de l'insuccès que l'on éprouve en opérant avec le collodion sec. Voici comment MM. Robiquet et Duboscq s'expriment à ce sujet :

« Lorsqu'on regarde à la loupe et au sortir du bain de nitrate d'argent la surface d'un collodion sensibilisé, on aperçoit une myriade de globules d'iodure d'argent, séparés les uns des autres par des intervalles parfaitement appréciables. En lavant cette plaque à l'eau distillée et la laissant sécher séparément, la disposition du précipité ne sera nullement changée. Vient-on maintenant l'exposer à l'action de la lumière, la modification qu'il doit éprouver, pour donner plus tard une image par les agents réducteurs, est très-lente à s'accomplir; souvent même le temps de pose est indéfini. Cela tient à ce que le précipité argentique constitue une fine poussière dont tous les grains sont maintenus à distance les uns des autres, et reçoivent séparément l'impression de la lumière; de là une grande lenteur dans l'action produite. Si, par un artifice quelconque, on parvient à relier entre eux tous ces éléments séparés, l'action de la lumière ne s'épuisera plus en efforts partiels, mais s'exercera sur une surface unique. Quand les plaques de collodion sensibilisé sont exposées à la chambre noire, au sortir du bain de nitrate d'argent, dont elles retiennent une grande partie, on ne fait autre chose que rendre continue la surface impressionnable dont tous les points sont reliés entre eux par une nappe d'eau faisant fonction de vernis. De même, les plaques d'albumine sensibilisée doivent être considérées comme un précipité d'iodure d'argent dont toutes les parties sont unies entre elles, non pas par un tissu feutré et

1. Ce vernis s'obtient en dissolvant 10 parties de résine copal étendues dans 100 parties de benzine parfaitement rectifiée, et filtrant au papier.

inégal, comme cela a lieu pour le collodion, mais par un véritable vernis d'albumine spontanément desséché. Aussi peut-on sans autre détour opérer à sec avec de pareilles plaques; seulement, leur préparation présente beaucoup de difficultés, et le temps qu'elles exigent pour s'impressionner est considérable.

« Partant donc de cette idée que le collodion humide est plus rapide que le collodion desséché, non pas à cause de l'eau qu'il retient, mais bien parce qu'il constitue une nappe impressionnable tout d'une pièce, nous avons pensé qu'il nous suffirait, pour résoudre le problème, d'ajouter au collodion ioduré ordinaire une substance susceptible de corriger les irrégularités de sa surface, et d'unir, par un lien commun, les particules éparses d'iodure d'argent. Le caoutchouc, la gutta-percha, la gomme laque, le baume de Tolu épuisé d'acide benzoïque, et beaucoup d'autres substances analogues nous ont donné déjà des résultats satisfaisants; mais, de toutes les méthodes, celle qui nous a le mieux réussi est celle qui consiste dans l'emploi du vernis d'ambre. »

Dans les lignes que nous venons de transcrire, MM. Robiquet et Duboscq ont véritablement établi la théorie des collodions secs et humides, et prouvé que la cause de la perte de sensibilité du collodion sec tient à la discontinuité que présente la couche de la surface sèche formée par cet enduit. Le vernis d'ambre peut être employé pour maintenir cette continuité; mais beaucoup de substances, autres que ce vernis, permettraient d'obtenir ce résultat. C'est donc par l'idée générale, par le point de vue théorique qu'il renferme, que le travail de MM. Robiquet et Duboscq présente surtout de l'intérêt et sera utile aux progrès futurs de la photographie.

7

Les momies du Pérou. — Mémoire de M. de Rivero. — Recherches historiques de M. Alvaro Reynoso sur les procédés d'embaumement employés chez les Indiens de l'Amérique.

L'Académie des sciences a reçu, en 1857, un rapport de l'un de ses membres, M. Claude Gay, sur un travail historique adressé par M. de Rivero, consul général à Bruxelles, et contenant certains renseignements sur la nature des momies américaines et sur la manière dont ces momies se trouvent placées dans les tombeaux. L'examen de ces restes des anciennes peuplades indiennes peut jeter un certain jour sur l'histoire, encore si mal connue, des premiers habitants du nouveau monde. Le travail de M. de Rivero renferme diverses observations que pourront consulter avec profit ceux qui s'attachent à l'étude des antiquités américaines. Mais la partie la plus intéressante du sujet traité par M. de Rivero, c'était, sans nul doute, la recherche ou l'exposé des procédés que les Indiens mettaient en œuvre pour la préparation de leurs momies, c'est-à-dire pour préserver les corps de la destruction. Le mémoire de M. de Rivero ne renferme sur ce point que de vagues indications ou de simples probabilités. Mais un travail tout à fait complet, sous ce rapport, a été présenté à l'Académie des sciences de Paris, par M. Alvaro Reynoso, jeune chimiste de la Havane, récemment appelé à une chaire de chimie organique à la Faculté des sciences de Madrid. Versé dans la connaissance de tous les auteurs espagnols qui ont traité des périodes primitives de l'histoire de l'Amérique, M. Alvaro Reynoso a recueilli dans leurs ouvrages tous les faits qui se rapportent à cette question, et il donne la description exacte des procédés employés par les anciens Indiens pour la conservation des cadavres et la préparation des momies.

Nous résumerons les divers faits rapportés par M. Reynoso, parce qu'ils sont de nature à éclairer le problème, encore si obscur, des moyens à mettre en œuvre pour obtenir la conservation des corps.

D'après M. Reynoso, on peut diviser en trois catégories les procédés employés par les anciens Indiens pour conserver les cadavres : tantôt les corps étaient en quelque sorte *empaillés*, tantôt embaumés, quelquefois, enfin, simplement desséchés.

D'après Laffiteau, auteur de l'ouvrage sur les *Mœurs des sauvages américains*, publié à Paris en 1724, quelques peuples de l'Amérique septentrionale commençaient par écorcher habilement le cadavre; après avoir fendu la peau tout le long du dos, ils décharnaient les os avec soin, sans toucher aux ligaments, pour laisser le squelette tout entier. Ces os, après qu'ils avaient été séchés pendant quelque temps, étaient renfermés de nouveau dans la peau, qu'on avait eu soin d'adoucir et de préparer; enfin, on recousait la peau en y mettant du sable pour remplir tous les vides. Las Casas, historien espagnol, rapporte qu'il existait, dans un village de la province appelée Cali, une grande maison de bois très-haute, couverte de paille. Dans l'intérieur de cette maison, à une certaine hauteur au-dessus du sol, sur une large planche en bois qui s'étendait d'un côté à l'autre, étaient placés, dans un certain ordre, plusieurs corps d'hommes. Pour préparer ces corps, on avait simplement rempli la peau de cendre, et on avait ajouté les figures moulées en cire, avec les véritables traits si bien reproduits, qu'on aurait cru, au premier abord, que tous ces corps étaient vivants. On voit par ces deux descriptions, que ces procédés étaient plutôt un *empaillement* qu'un embaumement proprement dit.

D'après Augustin de Zarate, historien espagnol, on avait la coutume, au Pérou, de brûler devant les idoles un bois odorant. Lorsque l'écorce de cet arbre était enlevée, il

en sortait une liqueur d'une couleur si pénétrante qu'elle finissait par incommoder. Les cadavres, vernis avec cette liqueur, et dans lesquels on en introduisait une certaine quantité par la gorge, ne se corrompaient jamais. On avait l'habitude de placer dans les temples quelques corps ainsi conservés, ou les peaux qui avaient subi cette préparation. Ce dernier moyen était un véritable embaumement.

Enfin, les procédés qu'il nous reste à décrire étaient tous fondés sur la dessiccation des cadavres. On obtenait cette dessiccation, non au moyen de la chaleur solaire, mais par le feu.

Las Casas, en rapportant l'entrevue de Vasco Nunez avec le roi de Comagre, dans le Darien, nous dit que, dans le palais de ce roi, il y avait une grande pièce contenant plusieurs cadavres secs, qui étaient pendus au plafond par des cordons en coton, et recouverts de riches couvertures également en coton, entrelacées avec des bijoux d'or, des perles et d'autres pierres, réputées précieuses dans cette tribu. C'étaient les corps des ancêtres, qu'ils considéraient comme les dieux tutélaires du foyer. Tandis que dans d'autres pays, dit le même auteur, on préservait les corps de la putréfaction au moyen de baumes et d'autres aromates, les Indiens arrivaient au même résultat par une simple dessiccation au moyen du feu. Voici, du reste, comment cet écrivain nous décrit l'opération :

Après avoir pleuré le défunt, on enveloppait le corps dans des couvertures en coton, et on l'attachait avec des cordes; ensuite, on le mettait sur une grille sous laquelle on allumait un petit feu; « pour évaporer toute l'humidité contenue dans le cadavre, » et, de cette manière, on finissait par le dessécher complétement. Ces grilles étaient faites en grosses cannes. Dans le royaume de Popayan, au lieu de placer le cadavre sur une grille, on le tenait suspendu, au-dessus du feu, pendant le temps nécessaire à la dessiccation. Ces divers passages, dit M. Alvaro Reynoso, n'ont jamais été

cités, car les manuscrits de Las Casas ne se trouvent pas très-répandues, et les personnes qui les ont lus n'ont pas fait attention à ces détails.

M. Reynoso fait remarquer que jusqu'ici, dans l'examen des causes qui ont pu contribuer à la cònservation des momies indiennes, on a porté trop exclusivement l'attention sur les propriétés physiques du sol dans lequel on a trouvé ces momies, et qu'on a souvent négligé d'analyser chimiquement les terrains dans le but de savoir s'ils renfermaient des sels capables d'empêcher la putréfaction, et qui auraient pu pénétrer dans le cadavre et le préserver de la destruction. M. Reynoso ajoute que, si certains cadavres résistent mieux que d'autres à la putréfaction, quoiqu'ils se trouvent placés, du reste, dans les mêmes conditions, on peut expliquer cette différence, soit par le régime observé par les individus pendant la vie, soit par les médicaments qu'on a employés, et surtout parce que leurs corps, en vertu de certaines circonstances particulières, peuvent se dessécher plus facilement.

A l'appui de cette opinion, M. Reynoso cite un fait d'un grand intérêt historique, dont l'authenticité est à l'abri de tout soupçon, et qu'au besoin on pourrait vérifier. Le cadavre de l'empereur Charles-Quint, qui ne fut pourtant pas embaumé, se trouve maintenant dans le Panthéon des rois d'Espagne, à l'Escurial, et il s'y conserve mieux que tous ceux qu'on a essayé de préserver au moyen d'artifices divers. Sous Philippe IV, en 1654, quatre-vingt-seize ans après la mort de l'empereur, ce cadavre fut exposé en public; et tout le peuple fut à même de constater sa conservation. Un auteur contemporain raconte que, hors le nez, tout le corps, même la barbe, était si bien conservés, qu'on pouvait facilement reçonnaître la physionomie du roi. Les chairs s'étant desséchées, le corps paraissait naturellement plus maigre; un fait digne de remarque, c'est que la bière, en bois, qui contenait le

cadavre était entièrement détruite. On a de nouveau constaté, en 1856, en présence de plusieurs personnes respectables, que le corps de Charles-Quint était encore dans un état de parfaite conservation.

Les remarques de M. de Reynoso, concernant l'efficacité de la dessiccation comme moyen de conserver les corps, sont fort importantes. Elles prouvent que, grâce à ce moyen, bien simple à mettre en pratique, on pourrait parvenir à conserver presque intacts les corps et obtenir facilement des momies. Le problème, plus utile que le précédent, qui consiste à conserver les viandes alimentaires, serait susceptible, d'après ces faits, de recevoir une solution analogue.

8

Appareil pour doser la quantité de gaz inflammable contenu dans les galeries des mines de houille.

Par suite du développement immense que toutes les industries ont reçu dans ces dernières années, les exploitations de houille ont pris une extension considérable. Mais ces travaux ont nécessairement accru dans de grandes proportions le nombre et la gravité des accidents causés par le gaz inflammable, vulgairement appelé *grisou*. Les journaux ont rapporté en 1857 la fin tragique de cent soixante-onze ouvriers, qui, en Angleterre, ont péri à la fois par une seule détonation du grisou. Quelque temps auparavant, les mines de Blanzy (Saône-et-Loire), malgré la surveillance la plus paternelle et la plus active, avaient eu aussi leur part de malheur à déplorer.

C'est à cette occasion même qu'a été entrepris le travail que nous allons faire connaître. Les gérants des mines de Blanzy avaient conçu les doutes les plus sérieux sur les explications trop faciles que l'on donne généralement des accidents causés par le feu grisou; ils acquirent

la conviction que l'incurie, l'obstination ou la maladresse des ouvriers ne sont pas toujours, comme on le dit, la seule cause de ces malheurs, et ils décidèrent de confier à M. Paul Thénard, le digne fils du célèbre chimiste récemment enlevé aux sciences, le soin d'exécuter de nouvelles recherches sur ce sujet.

On a toujours admis jusqu'ici que les moindres traces de grisou se décèlent par l'odeur de ce gaz, sa saveur, et un certain picotement qu'il excite sur les paupières; on a pensé aussi que la lampe de Davy donne des indications certaines sur la mesure et l'approche du danger. M. Paul Thénard a commencé par vérifier la valeur de cette opinion.

En ce qui concerne le premier point, M. Thénard a constaté que le gaz grisou, mêlé à l'air, ne lui communique aucune odeur particulière, et, chose plus digne de remarque, que les ingénieurs et les ouvriers eux-mêmes ne perçoivent pas davantage par l'odorat la présence du grisou. La lampe de Davy consiste, comme on le sait, en une toile métallique enveloppant la flamme et qui l'empêche de mettre le feu au gaz combustible, parce que les mailles du tissu métallique abaissent la température du gaz en combustion. A une certaine couleur que revêt la flamme, on reconnaît la présence du gaz explosible. Or, selon M. Thénard, la lampe de Davy ne donne jamais d'indication de ce genre avant que la quantité de grisou, mêlé à l'air des galeries d'une mine, soit de 5 ou 5 1/2 pour 100; encore faut-il examiner la flamme de la lampe avec la plus grande attention. Cependant le gaz grisou, mêlé à l'air dans la proportion de 4 à 5 pour 100, détone parfaitement bien dans l'eudiomètre.

Que faut-il conclure de là? C'est que la lampe fumeuse du mineur, à cause du peu de chaleur de sa flamme, ne met pas le feu à des mélanges qui s'enflammeraient à des températures plus élevées; et que si, par malheur, ces

températures élevées viennent à se produire en dehors de la toile métallique, il y a explosion bien avant que la lampe n'avertisse.

Ces températures élevées peuvent-elles se produire en dehors du tissu métallique de la lampe du mineur ? Le fait n'est point douteux. Qu'un coup de vent, par exemple, fasse dévier la flamme et la rapproche assez de la toile métallique pour qu'elle mette le feu au noir de fumée qui s'y dépose habituellement, ce noir de fumée brûlera à blanc, non-seulement en dedans, mais en dehors du tissu métallique, et enflammera ainsi le gaz de la mine. Qu'un de ces petits champignons, qui se forment sur la mèche, vienne à se détacher avec projection, il pourra arriver incandescent dans l'air, et y brûler en répandant de la lumière blanche, comme on le voit souvent avec une chandelle. Qu'une pierre se détache du plafond, crève la toile en rabattant sur elle une couronne de grisou, toujours plus abondant dans les parties élevées que dans les basses ; que le charbon prenne spontanément feu dans la mine, comme cela se voit souvent, ce seront là autant de circonstances qui, à un moment donné, pourront causer l'explosion ; et pourtant, dans tous ces cas, la lampe qui inspire aux mineurs une si grande confiance aura pu leur dire : *Il n'y a pas de grisou.*

C'est d'après ces données que M. Paul Thénard a jugé indispensable de remplacer la lampe de Davy, comme moyen d'investigation, par un appareil qui permît de faire l'analyse de l'air des mines avec assez de rapidité et de simplicité pour qu'un ouvrier pût être chargé de ce soin.

L'appareil que M. Paul Thénard a imaginé pour atteindre ce but, et qui au fond n'est qu'un *eudiomètre*, consiste : 1° en une série de tubes de verre fermés à l'une de leurs extrémités, et bouchés à l'autre extrémité par un bouchon de liége ; leur longueur est d'environ 28 centimètres, leur diamètre de 14 millimètres, leur capacité de 37

à 37,5 centimètres; ils servent à la fois de flacon pour recueillir le gaz sur les différents chantiers de la mine, et de laboratoire pour les analyses; 2° d'une cuve à eau, où l'on distingue trois pièces principales : d'abord, un mandrin cylindrique en cuivre, d'un diamètre un peu plus petit que celui des tubes, et de 13 à 14 centimètres de longueur; ensuite, une petite cloche de 3 centimètres cubes environ, portant deux robinets, l'un à sa partie supérieure, qui permet la sortie du gaz dont la cloche peut être remplie; l'autre à la partie latérale servant à mettre à volonté la cloche en communication avec un gazomètre rempli de gaz provenant de la décomposition de l'eau; enfin, d'un excitateur formé de deux fils parallèles et métalliques, isolés l'un de l'autre par une couche de gutta-percha, recevant le courant électrique par leur partie inférieure, et pouvant donner l'étincelle à leur sommet quand on les met en communication avec une source d'électricité, comme un électrophore, ou mieux une machine à indiction de Rhumkhorff.

Quand on veut opérer, on réunit dans une cartouchière cinquante à soixante de ces tubes, qui, ainsi que la cartouchière, ont été préalablement remplis d'eau; ensuite, la cartouchière aux reins, l'opérateur descend dans la mine, où il va vider trois tubes sur chaque place à examiner. Seulement, après avoir vidé ces trois tubes et les avoir rebouchés, il prend la précaution, pour éviter toute confusion, de les remettre à leur place dans la cartouchière, le bouchon tourné en bas et plongeant dans l'eau, afin de rendre la fermeture hermétique.

Une analyse scientifique doit être rigoureuse dans toutes ses parties; mais dans une analyse industrielle, on est tenu à moins de précision. Or, dans un chantier où il se dégage du grisou, le chimiste en trouvera toujours, ne serait-ce que des traces; mais le point important pour l'ingénieur est moins de déterminer rigoureusement la quan-

tité de ce gaz que de savoir s'il est arrivé à certaines grandes étapes, telles que le moment où il doit faire évacuer le chantier, celui où il doit activer la ventilation, ou bien laisser continuer paisiblement le travail. Hors de là, l'analyse n'est plus pour lui qu'un simple objet de curiosité.

C'est à fixer ces points avec précision que M. Thénard s'est attaché. Comme nous l'avons déjà dit, à 4,5 pour 100 de grisou mêlé à l'air, il peut y avoir une détonation dans la mine; 4,5 est donc un point que l'on ne doit jamais dépasser, et, comme il faut avoir le temps de battre en retraite, on peut fixer à 3 pour 100 le moment où l'on doit évacuer la mine. Il n'est pas nécessaire de donner ici la description des moyens indiqués par M. Thénard pour rendre l'analyse du mélange gazeux prompte et facile. Bornons-nous à dire qu'avec les dispositions qu'il propose, un ouvrier peut suffire à la tâche d'analyser le gaz retiré d'une mine, et reconnaître si l'atmosphère de la galerie renferme les 3 à 4 pour 100 de gaz inflammable qui rendent dangereux le séjour dans la mine.

Il résulte, en définitive, des observations de M. Thénard, que les divers mélanges d'air et de grisou ne prennent pas toujours feu à la même température, et que tel mélange, qui, dans les circonstances habituelles, résiste à la lampe fumeuse du mineur, détone à une température plus élevée. Or, une multitude de circonstances peuvent produire cette élévation subite de température. De plus, la lampe de Davy ne donnant aucune indication avant 5 à 5,5 pour 100 de grisou, et un mélange à 4,5 détonant au rouge-blanc, cette lampe doit être abandonnée comme moyen de reconnaître la présence du gaz inflammable et remplacée par un instrument plus sensible et plus exact. L'analyse eudiométrique, modifiée pour ce cas spécial, semble devoir atteindre ce but, car ses résultats sont rigoureux, sans chance d'erreur, et l'exécution en est si simple et si ra-

8

pide qu'un ouvrier même peut facilement faire cette analyse. M. Thénard ne donne pas son appareil comme un moyen protecteur contre l'inflammation du gaz grisou, mais seulement comme un moyen d'investigation pour reconnaître la composition de l'air que l'on soupçonne être mélangé de ce gaz inflammable.

9

Éclairage au gaz dans la ville de Paris.

Voici le dénombrement des becs de gaz qui éclairent aujourd'hui la ville de Paris.

La voie publique de la capitale est éclairée en ce moment par 108,733 becs de gaz. Chez les divers particuliers éclairés de cette manière, on compte deux millions de becs. La longueur totale des tuyaux qui servent à la distribution du fluide éclairant, est de 195 lieues. L'ancien système d'éclairage au moyen des réverbères, dont les tristes potences persistent encore dans certaines rues, ruelles et avenues peu fréquentées, ne comprend que 2608 réverbères portant 5880 becs d'éclairage à l'huile.

On a calculé, d'après l'intensité de ces divers becs de gaz, que s'ils étaient agglomérés sur un seul point, suspendu à 2500 mètres au-dessus de Paris, ce globe lumineux éclairerait le département de la Seine, comme il l'est de jour par un temps nuageux.

10

Lettre sur un cas d'inflammation spontanée.

Nous avons publié dans *la Presse* une lettre d'un honorable fabricant de Roanne, qui renferme l'exposé d'un cas

fort curieux d'inflammation spontanée. Les événements de ce genre ne sont pas fort rares, comme nous le ferons voir plus bas, et leur explication théorique ne soulève aucune difficulté. Cependant il importe que le public soit averti des causes qui, en dehors de toute prévision, malgré toute précaution humaine, peuvent provoquer spontanément un incendie et amener ainsi d'irréparables désastres.

« Je ne puis résister, nous écrivait M. Fortier-Beaulieu, au désir de vous faire connaître un fait extraordinaire dont je viens d'être témoin et dont je ne puis vous garantir l'exactitude.

« Je suis tanneur-corroyeur; j'occupe jusqu'à deux cents ouvriers. Tout à l'heure, à deux heures après midi, je lisais *la Presse* du 29 août, et j'en étais justement à votre Bulletin scientifique, contenant le récit de la rupture du télégraphe transatlantique, lorsque ma fille, enfant de dix ans, entre tout effarée et me dit : « Je viens d'éteindre le feu qui prenait « là-haut à une table de corroierie. J'ai vu une éponge toute « en feu qui fumait; ma bonne et moi nous l'avons éteinte « avec un seau d'eau. »

« C'est aujourd'hui dimanche, personne ne travaille dans la fabrique; aucun feu n'a été allumé. Comment le feu a-t-il pu prendre à cette éponge?

« La table se trouve sur une terrasse bitumée; elle est exposée au soleil; le temps est excesssivement orageux. Cette éponge qui, depuis longtemps, sert à passer le cuir en huile, contenait probablement du vitriol ou un autre de ces acides qui servent à épurer l'huile; elle aura pris feu toute seule sous l'action du soleil.

« Le fait est que j'ai ramassé les débris de l'éponge; ils sont carbonisés; les trous de l'éponge sont conservés, mais on écrase sous le doigt ces débris comme de la braise. Quant à la table, c'est un plateau de noyer qui a au moins douze centimètres d'épaisseur; l'éponge étant en feu y a fait un trou plus large que la main, lequel est carbonisé

« J'ai cru, monsieur, qu'il ne serait pas inutile de vous faire part de ce fait. Vous êtes.... etc.

« Fortier-Beaulieu,
« à Roanne. »

Le fait singulier raconté par notre honorable correspon-

dant s'explique, selon nous, par l'existence d'une matière grasse imbibant le tissu de l'éponge. Chacun sait que les corps gras brûlent à une température élevée, c'est-à-dire sont transformés par l'oxygène atmosphérique en acide carbonique et en eau. Cette combustion, qui s'opère à la température rouge, s'accomplit aussi à la température ordinaire, sans toutefois provoquer de phénomènes particuliers. Mais cette absorption de l'oxygène peut s'opérer, dans certains cas, avec une très-grande activité, et amener alors un véritable phénomène de combustion avec production de chaleur et de lumière. Lorsque le corps gras est extrêmement divisé, lorsqu'il est étalé en couche très-mince à la surface d'un tissu ou d'un corps poreux qui laisse un large accès à l'air, dans ces conditions, qui sont éminemment favorables à l'absorption de l'oxygène atmosphérique, c'est-à-dire quand les corps gras sont exposés dans un état de division extrême au contact de l'air, leur oxydation est instantanée, et si ce phénomène, encore facilité par l'élévation de la température extérieure, s'opère brusquement, la chaleur dégagée peut aller au point d'embraser la matière. Comme les substances grasses déposées dans le tissu des étoffes ou dans certaines matières organiques, et occupant ainsi leurs espaces capillaires, réunissent parfaitement ces conditions, on voit souvent ces corps gras imprégnant des tissus absorber rapidement l'oxygène, s'échauffer peu à peu, et l'élévation de température aller jusqu'à déterminer leur combustion et leur incandescence. C'est ainsi que l'on peut expliquer beaucoup d'incendies spontanés dont aucune cause apparente ne peut rendre compte. Dans les théâtres, les ateliers des lampistes, où des mèches de coton imprégnées d'huile sont négligemment abandonnées, deviennent très-souvent le point de départ d'un incendie. Un fait de ce genre fut observé chez M. Thénard : on vit un chiffon qui avait servi à essuyer des lampes s'enflammer subite-

ment et produire un commencement d'incendie. On a vu s'enflammer, dans son court passage dans l'air, une bourre de coton imprégnée d'huile siccative, qu'un peintre jetait, après en avoir essuyé son tableau. Tous les pharmaciens savent que les plantes qui ont bouilli avec des matières grasses, dans la préparation de l'onguent *populeum*, si on les abandonne à elles-mêmes, rassemblées en tas, s'échauffent très-rapidement, se charbonnent et peuvent finir par s'embraser.

Le cas intéressant qu'a fait connaître M. Fortier-Beaulieu, de Roanne, est l'analogue de ceux que nous venons de rappeler. Le tissu de l'éponge encore imprégnée d'huile réalisait ces conditions physiques de division qui sont si favorables à l'oxydation des corps gras, la température de l'air, très-élevée le 30 août, accélérait encore l'oxydation, et ainsi a pu se produire le phénomène d'inflammation subite dont il est question [1].

1. M. Mathieu, ancien pharmacien des armées, a fait connaître, à propos du fait précédent, un événement analogue arrivé à Lille, il y a quinze ans :

« J'étais alors, dit M. Mathieu, attaché à la rédaction de l'*Écho du Nord*, où le fait fut consigné. On vint un jour nous dire que le feu avait pris dans une des nombreuses fabriques de la ville, sans cause apparente d'incendie. Il s'était déclaré tout à coup dans un atelier qui renfermait un grand nombre de morceaux de coton gras, ayant servi au nettoyage des machines; personne ne s'en était approché avec de la lumière; c'était d'ailleurs en plein jour; on se perdait en conjectures sur la cause de l'accident, lorsqu'un membre de la *Société des sciences* de Lille, physicien très-distingué, M. Delzenne, après inspection des lieux, mit le doigt sur la plaie. Il remarqua que tous les morceaux de coton gras se trouvaient en tas près d'une fenêtre exposée au soleil. Les carreaux de cette fenêtre étaient en verre commun, offrant des renflements, espèces de grossières lentilles, capables de concentrer les rayons solaires; il ne douta plus que le soleil ne fût l'auteur de l'incendie; et, pour confirmer son jugement, il fit l'expérience suivante : Il prit une poignée de ces morceaux de coton gras, les plaça dans un pot de grès, qu'il recouvrit d'une vitre semblable à celles de l'atelier, et il exposa le tout dans son jardin à l'ardeur du soleil. Au bout d'un certain temps, le coton prit feu.»

Nous avons cru nécessaire de consigner ici l'observation de M. Fortier-Beaulieu pour mettre en garde les chefs d'atelier et le public en général contre des accidents dont la science fournit l'explication, mais que la prudence humaine ne saurait toujours prévenir.

IV

ART DES CONSTRUCTIONS.

1

Le canal maritime de Suez. — Parallèle des voies de communication qui peuvent être mises en concurrence avec celle du canal de Suez : le chemin de fer d'Alexandrie à la mer Rouge, le chemin de fer de l'Euphrate, la navigation par le cap de Bonne-Espérance. — Vœux unanimes des nations maritimes pour le percement de l'isthme de Suez. — Vœux des conseils généraux et des chambres de commerce, en France, en faveur de ce projet. — Opinion du commerce anglais opposée à celle de la diplomatie britannique.

M. Ferdinand de Lesseps ayant adressé à l'Académie des sciences de Paris les divers mémoires qui ont été successivement publiés par lui, depuis deux ans, sur les travaux relatifs au percement de l'isthme de Suez, une commission a été nommée, au sein de l'Institut, pour faire un rapport sur l'ensemble de ces documents. Au mois de mars 1857, M. Charles Dupin a présenté à l'Académie le rapport de cette commission qui conclut en ces termes :

« La conception et les moyens d'exécution du canal maritime de Suez sont les dignes apprêts d'une entreprise utile à l'ensemble du genre humain. »

Dans ce rapport, M. Charles Dupin passe en revue tout ce qui concerne les travaux du futur canal maritime. Nos lecteurs sont suffisamment renseignés sur l'ensemble de ces faits pour qu'il soit inutile de revenir sur un exposé que nous avons présenté avec tous les détails nécessaires

dans le volume précédent de *l'Année scientifique*. Mais le rapport de M. Dupin renferme une partie intéressante et neuve sur les nouvelles voies de communication que l'on a eu l'idée d'opposer au canal de Suez. C'est cette partie du travail de M. Dupin dont il nous paraît utile de donner ici connaissance.

Craignant, à tort ou à raison, que les intérêts britanniques ne soient compromis un jour par l'ouverture du canal de Suez, quelques hommes d'État de la Grande-Bretagne n'ont pas hésité à proclamer, du haut de la tribune parlementaire, leur hostilité décidée contre cette entreprise généreuse. N'hésitant point dès lors à enrayer à leur profit l'exécution d'une œuvre qui serait utile au monde entier, ils ont mis en avant, comme devant faire une concurrence sérieuse au futur canal de Suez, les trois voies de communication suivantes :

1° Le chemin de fer, déjà presque terminé, d'Alexandrie au Caire, et qui doit être continué jusqu'à Suez;

2° Le chemin de fer conçu par les ingénieurs anglais, autorisé par la Porte-Ottomane, et déjà en cours d'exécution, qui doit traverser la Syrie, aboutir à l'Euphrate, et, grâce à la communication de cette rivière avec le Tigre, qui se jette dans le golfe Persique, établir ainsi une voie de communication, à la fois terrestre et fluviale, entre l'Europe et les Indes;

3° La navigation ordinaire par le cap de Bonne-Espérance.

Nous allons examiner, avec M. Charles Dupin, les diverses voies de transport qui sont mises en concurrence avec le futur canal de Suez, et nous n'aurons pas de peine à établir qu'elles n'offriraient aucune sorte d'avantages sur le canal projeté entre la Méditerranée et la mer Rouge.

Le chemin de fer d'Alexandrie au Caire, que l'on tra-

vaille en ce moment avec activité à pousser jusqu'à Suez, pourrait-il constituer un moyen commode de transport pour l'immense quantité de marchandises qui doivent franchir la distance de la Méditerranée aux grandes Indes?

On ne peut nier que le transport des marchandises par une voie ferrée, traversant l'Égypte du nord au sud, ne doive se faire avec un peu plus de rapidité que par le canal de Suez. Transportées par le chemin de fer, les marchandises pourraient franchir l'Égypte en six heures, tandis qu'il en faudrait trente environ pour la traversée des bâtiments qui suivront le futur canal maritime pour aboutir à Suez. Mais une différence de quelques heures sur le parcours total entre l'Europe et les Indes n'est qu'une bien faible considération en présence des difficultés et des inconvénients nombreux auxquels donnerait lieu la voie ferrée.

Le transport des marchandises sur un canal servant à relier deux mers offre cet avantage capital de n'exiger aucun débarquement, aucun transbordement de la cargaison. Un seul et même navire prend la marchandise au port d'expédition et la délivre au port de destination, sans aucun arrêt pendant le voyage, sans qu'il soit nécessaire de faire de débarquements ni d'embarquements intermédiaires. Il ne saurait en être ainsi avec le chemin de fer d'Alexandrie à Suez. Supposons qu'un navire de mille tonneaux, par exemple, arrivant d'Europe, entre dans le port d'Alexandrie. Il faut commencer par débarquer avec soin et avec ordre le million de kilogrammes de marchandises qui forment sa cargaison; il faut qu'on les charge sur un long train du chemin de fer, c'est-à-dire sur plus de cent wagons. Le train parvenu à Suez, il faut reprendre ce million de kilogrammes, et le charger sur un nouveau navire qui doit se trouver tout préparé dans la rade de Suez, et qui soit en mesure de partir. On comprend aisément la perte de temps considérable que doit entraîner cette multiplicité d'opérations

Mais le temps perdu n'est pas le seul inconvénient à signaler dans ce cas. Si les marchandises à transporter sont fragiles, si elles ne doivent être ni mouillées, ni déchirées, ni tachées, ces embarquements et débarquements successifs multiplient évidemment les chances de les endommager. C'est ce que l'on constate tous les jours, quand on fait transporter, par un chemin de fer, des meubles ou des marchandises délicates, même lorsqu'on les fait charger et décharger sous ses yeux. Lorsqu'il fallut adresser à l'Exposition universelle de Londres des statues, des bas-reliefs, les beaux produits de la manufacture de porcelaine de Sèvres, etc., la nécessité d'un chargement à Paris sur le chemin de fer du Nord et d'un débarquement intermédiaire à Dunkerque, suffit pour amener des accidents déplorables, pour briser les objets d'art les plus précieux.

Ajoutons une autre considération. Quand les marchandises sont transportées sans changer de main, le capitaine du navire répond personnellement de la conservation et du bon état des objets; mais quand ils n'arrivent que par une deuxième, une troisième main, après deux voyages de mer entrecoupés par un transport sur une voie ferrée, on ne sait plus à qui s'en prendre du mauvais état des objets transportés. Lorsque trois personnes isolées sont responsables d'un même dommage, sans qu'on puisse l'attribuer à l'une plutôt qu'à l'autre, en réalité personne n'est plus responsable.

Le canal maritime de Suez, qui permettra à un navire unique de franchir, sans débarquements ni embarquements intermédiaires, la distance entre la Méditerranée et la mer Rouge, sera donc toujours préféré par les expéditeurs de marchandises. En réalité, et dans la pratique, cette route sera beaucoup plus courte que celle de la voie ferrée la mieux desservie. Pour la célérité finale, pour l'économie du transport, pour la responsabilité du capitaine, pour la

garantie des assurances, le commerce choisira nécessairement le transport par la voie maritime.

Quant aux voyageurs, est-il besoin de dire qu'ils adopteront tous cette voie, qui les laissera dans leur même logement à bord et ne dérangera rien à leur installation?

On ne saurait donc voir sérieusement, dans le chemin de fer entre Alexandrie, le Caire et Suez, un moyen commode de passage d'une mer à l'autre pour les marchandises ni pour les voyageurs. Cette voie ferrée restera limitée à l'objet en vue duquel elle a été conçue; elle sera une voie locale pour l'Égypte, un moyen de circulation intérieure, destiné à transporter les produits de la vallée du Nil à la Méditerranée ou à la mer Rouge.

Nous arrivons au chemin de fer syrien, qui, partant de la côte orientale de la Méditerranée, traverse l'Asie Mineure pour aboutir au golfe Persique, dans la mer des Indes. C'est le projet auquel paraissent tenir le plus les hommes d'état de l'Angleterre, dans le but de créer une concurrence sérieuse au canal de Suez, et peut-être dans l'espoir d'amener l'abandon de la grande voie maritime projetée à travers l'Égypte.

Ce chemin de fer partira de l'ancienne Séleucie, sur le rivage de la Syrie; il circulera entre le Liban et l'Anti-Liban, et viendra aboutir sur la rive droite de l'Euphrate, à Byr. La longueur de cette ligne ferrée excédera soixante lieues. Les travaux nécessaires, et qui seront d'ailleurs d'un accomplissement très-difficile, seront exécutés dans le lit de l'Euphrate et du Tigre, pour les rendre navigables depuis le chemin de fer jusqu'au fond du golfe Persique.

Les détails dans lesquels nous sommes entré plus haut, au sujet du chemin de fer égyptien, vont nous servir à montrer plus brièvement que les transports des marchandises par le chemin de fer de l'Euphrate seront encore plus

compliqués, plus difficiles, plus onéreux que par le chemin de fer d'Alexandrie à Suez.

Un navire de mille tonneaux, par exemple, parti de l'Europe, et arrivant à la côte de Syrie, il faut commencer par débarquer le million de kilogrammes qui forment son tonnage. Il faut ensuite les charger, wagon par wagon, sur le chemin de fer, les décharger au bord de l'Euphrate, et les embarquer de nouveau sur de légers navires à vapeur, tels que pourra les recevoir l'Euphrate, encore bien loin de son embouchure. Si l'on prend Bassora comme terme de la navigation fluviale, on devra transporter les marchandises d'un bateau de rivière dans un navire approprié pour la haute mer, appareiller de nouveau pour franchir le golfe Persique, et déboucher dans l'Océan oriental. On trouve donc ici un embarquement et un débarquement de plus que sur la voie d'Égypte; on a besoin de trois navires au lieu de deux, sans compter le train des wagons sur un chemin de fer. Il y aura quatre mains par lesquelles devra passer chaque produit. Tout cela, sans aucun doute, ne se fera pas sans frais ni perte de temps. Ces divers transbordements exposeront les marchandises à des avaries inévitables. En admettant que le chemin de fer de l'Euphrate fût plus court, au moins pour aller à Bombay, que le canal de Suez, cet avantage serait compensé par les inconvénients et les frais des transbordements multipliés que nous venons d'indiquer.

Les difficultés considérables que l'on doit rencontrer pour rendre l'Euphrate navigable paraissent devoir modifier le plan primitif que nous venons d'exposer. On semble disposé à remplacer cette voie fluviale par un chemin de fer construit le long des rives de l'Euphrate et du Tigre, jusqu'au golfe Persique. Mais alors l'étendue de la voie ferrée serait telle qu'il faudrait payer plus cher cette partie du voyage que pour aller de l'Europe dans l'Inde en doublant le cap de Bonne-Espérance.

Ainsi, pas plus que celui d'Alexandrie à Suez, le chemin de fer de l'Euphrate ne pourra soutenir la comparaison avec le canal maritime de Suez, qui conduira sans transbordement, de l'Europe aux Indes, les marchandises et les voyageurs.

Il ne faudrait pas conclure des considérations dans lesquelles nous venons d'entrer, à propos du chemin de fer de l'Euphrate comparé au canal maritime de Suez, que le chemin de fer projeté à travers l'Asie Mineure soit dépourvu de toute utilité, et que l'on doive s'abstenir d'entreprendre cette grande voie de circulation en Asie. Cette ligne aurait, en effet, une importance propre et tout à fait caractéristique : ce serait une voie militaire et stratégique. Elle permettra de transporter avec rapidité des voyageurs, des corps de troupes, des munitions de guerre, etc. Elle servira de moyen de communication intérieure à des contrées qui furent autrefois opulentes et industrieuses, et auxquelles l'avenir promet sans doute des destinées plus brillantes que celles qui leur appartiennent aujourd'hui.

Le gouvernement britannique a décidé le Sultan à accorder, sur son trésor, une forte garantie d'intérêt aux capitalistes qui voudront concourir à l'exécution de la voie ferrée asiatique. Ainsi, l'Angleterre a obtenu de la Porte-Ottomane la certitude de l'exécution d'un projet éminemment utile à ses vues politiques et commerciales, et cela sans qu'il lui en coûte rien. « C'est un plaisir considérable « que la Turquie procure à la Grande-Bretagne, » dit M. Charles Dupin dans son rapport. Nous n'avons rien à objecter à cet arrangement. Seulement, il est permis d'espérer qu'en retour, et comme compensation, l'Angleterre se décidera à lever le *veto* qu'elle continue d'opposer à l'exécution du canal maritime de Suez, qui serait si utile à l'empire Ottoman, comme au monde entier.

Pour terminer cet examen comparatif des voies de com-

munication que l'on oppose au futur canal égyptien, il nous reste à parler de la navigation par le cap de Bonne-Espérance. Ici, nous serons bref, car nous aurons à citer des chiffres pleins d'éloquence.

M. Gressier, hydrographe de la marine impériale française, a dressé le tableau comparatif des distances entre les principaux ports de l'Europe : 1° par le cap de Bonne-Espérance; 2° par Suez, en prenant pour unité le mille marin de 60 au degré, qui a, comme on le sait, 1852 mètres de longueur. Voici le tableau dressé par ce savant hydrographe :

DÉSIGNATION DES PORTS.	DISTANCES EN MILLES GÉOG. Par le Cap de Bonne-Espérance.	Par le canal de Suez.	RACCOURCISSEMENT par la voie du canal de Suez.
Saint-Pétersbourg....	15 660	8 630	45 p. 100
Stockholm...........	15 330	8 290	46 »
Hambourg...........	14 650	7 610	48 »
Amsterdam..........	14 450	7 420	49 »
Londres.............	14 340	7 300	49 »
Le Havre............	14 130	7 090	50 »
Lisbonne............	13 500	6 190	54 »
Barcelone...........	14 330	5 500	61 »
Marseille............	14 500	5 490	62 »
Gênes...............	14 690	5 440	63 »
Trieste et Venise.....	15 480	5 220	65 »
Constantinople.......	15 630	4 700	70 »
Odessa..............	15 960	5 080	68 »

Les énormes économies de parcours maritime qui résultent de ce tableau, montrent suffisamment, et sans qu'il soit nécessaire de s'y appesantir, tous les avantages que trouvera la marine à voile ou à vapeur à suivre, pour le voyage des Indes, la voie directe du canal de Suez, au lieu de la navigation si détournée par le cap de Bonne-Espérance.

Que les honorables et courageux auteurs de la grande entreprise du percement de l'isthme de Suez poursuivent donc l'accomplissement de cette œuvre civilisatrice, dont l'exécution importe aux intérêts du commerce des deux mondes. Triomphant des obstacles que la nature leur opposait, ils n'ont rencontré jusqu'ici de difficultés que dans la diplomatie anglaise. Cette résistance sera vaincue tôt ou tard par la puissance de l'opinion publique.

Pour mettre dans tout son jour la remarquable unanimité des vœux et des désirs par lesquels tous les peuples maritimes appellent l'exécution de cette grande voie, il nous suffira de montrer ces divers peuples, à la seule annonce d'une voie navigable et libre entre l'Europe et l'Inde, se préparant avec ardeur à parcourir la carrière nouvelle ouverte à leur activité. Dans ce moment, il n'est pas une nation maritime qui ne fasse ses calculs, consulte son expérience, mesure l'étendue de la route promise, et ne se prépare à la lutte sur le nouveau théâtre offert à sa légitime ambition; chacun se dispose à recueillir les avantages et les bienfaits qui seront le prix de ses efforts.

A la simple annonce de l'ouverture probable du canal de Suez, l'Italie, voyant renverser l'obstacle qui détermina, il y a quatre siècles, la ruine de son commerce maritime, espère voir renaître pour elle les beaux jours de sa prospérité au moyen âge. Une commission d'enquête a été établie à Venise, avec mission de retrouver les traditions de la navigation du Levant par la voie d'Égypte, et de rechercher les moyens d'en reproduire la grandeur. L'institut scientifique de l'État vénitien a proposé un prix à celui qui montrera le mieux quelles seront les conséquences probables du canal maritime de Suez, et quel ensemble de voies territoriales de communication pourra, de nouveau, rendre Venise le centre commercial correspondant à cette route de l'Inde.

La Sardaigne perce les Alpes et les Apennins pour ou-

vrir un passage aux produits de la Suisse, du Piémont et de la Savoie, et les conduire à Gênes. Elle vote une loi pour élargir ce port et le mettre ainsi en état de suffire au grand nombre de navires que le canal de Suez pourra faire affluer à Gênes, à ce port aux grands souvenirs, qui fut le berceau de Christophe Colomb et d'André Doria.

L'État romain lui-même, dans la prévision de l'ouverture prochaine du canal maritime de Suez, trouve ses ports insuffisants; il cherche au delà du Tibre, du côté de l'orient, une baie permettant de recevoir les grands navires et de former un vaste port marchand. Ce port serait rattaché à la longue ligne ferrée qui, traversant la France pour aboutir à Rome, transportera, sans solution de continuité, les marchandises et les voyageurs de Calais jusqu'à Naples, en traversant Paris, Florence et Rome, voie nouvelle qui conduirait plus directement de Londres aux Grandes-Indes.

Dans la même prévision, l'Autriche prolonge le réseau ferré de la Lombardie jusqu'à Venise, et le réseau de l'Allemagne depuis le Weser, l'Elbe et le Danube jusqu'à Trieste. Elle ouvre ainsi à l'Allemagne et aux provinces cisalpines une voie nouvelle pour conduire, grâce à l'Adriatique et au canal de Suez, jusqu'aux trésors de l'Orient qui alimentent son commerce.

L'Espagne crée des chemins de fer qui partent de Madrid pour aboutir à Barcelone, à Carthagène et à Cadix. Pour rendre la prospérité et la vie aux îles Philippines, précieuses possessions dans la mer des Indes, l'ouverture du canal de Suez lui ouvrira un moyen facile et inespéré.

Le même mouvement se propage jusqu'aux confins de la mer du Nord. Le roi de Hollande a prescrit à une commission spéciale d'étudier les conséquences qu'aura l'ouverture du canal égyptien sur la navigation et le négoce d'un État qui possède encore dans l'Océanie les îles de la Sonde et les Moluques. On parle déjà, dans la Hollande, d'un

mouvement commercial annuel de *trois cents millions* à faire passer par l'Égypte.

Les villes hanséatiques s'apprêtent à profiter des lumières recueillies par la Hollande.

L'Australie, qui a vu tripler en dix ans sa population, et quadrupler en quatre ans son commerce avec l'Europe, appelle avec ardeur le moment où sera réduite, dans une forte proportion, la distance des six mille lieues de route détournée qui la séparent de l'ancien monde. En 1856, elle a passé un contrat pour transporter par l'Égypte ses voyageurs, sa correspondance et son or, en attendant que ses marchandises communes puissent suivre cette voie, devenue complétement maritime par l'ouverture du canal de Suez.

Tels sont les grands travaux publics en cours d'exécution, et ceux que l'on prépare chez les nations maritimes de l'Europe, à la seule annonce de l'établissement probable du canal égyptien. La France n'est pas restée en arrière de ce mouvement général des esprits, réclamant unanimement l'exécution de cette grande entreprise. En 1857, les conseils généraux de nos départements, auxquels M. Ferdinand de Lesseps a donné communication des travaux et des vues de la commission internationale relativement à l'exécution du canal de Suez, ont répondu en appuyant de leurs vœux la réalisation de ce beau projet. Les chambres de commerce de toute la France ont suivi cet exemple.

En Angleterre même, la population manufacturière et industrielle, qui a trop de bon sens et de raison pour épouser les mesquines rancunes, les étroites jalousies de nationalité qui dictent l'opposition condamnable faite à ce projet par lord Palmerston et quelques-uns de ses collègues, a manifesté hautement ses vœux et ses désirs pour l'accomplissement de l'œuvre projetée par le vice-roi d'Égypte. Divers meetings ont été tenus dans toutes villes

manufacturières de l'Angleterre, à Manchester, à Londres, à Birmingham, etc., pour recommander ce grand projet au gouvernement de la reine. Enfin, les chambres de commerce ont appuyé très-énergiquement les mêmes vues, de telle sorte que l'on peut dire qu'en mettant son *veto* sur l'entreprise qui nous occupe, la politique anglaise contrarie manifestement les désirs unanimes du pays.

Ce grand élan de tant de peuples éclairés n'a rien d'ailleurs qui surprenne, quand on considère que le canal de Suez sera la seule route maritime pour faire communiquer entre elles, sans détours immenses et sans solution de continuité, l'Europe, l'Afrique septentrionale et les vastes contrées des Indes-Orientales. Il ouvrira la voie la plus économique entre notre Europe et ces pays si favorisés de la nature qui donnent : en Australie l'or et la laine; en Arabie, les aromates; en Océanie, les épices; en Chine, le thé et la porcelaine; dans les Indes, la soie et le coton. Il réunira, enfin, trois cents millions d'Occidentaux qui possèdent la science et l'industrie, aux six cents millions d'Orientaux, qui attendent de leurs frères éloignés les bienfaits du savoir et de la civilisation.

2

Le percement des Alpes pour l'exécution du chemin de fer Victor-Emmanuel. — Cérémonie de l'inauguration des travaux faite le 1er septembre 1857, en présence du roi de Sardaigne et du prince Napoléon. — Exposé des moyens pratiques adoptés pour l'ouverture d'un tunnel sous le mont Cenis. — Travaux de MM. Médail, Mauss, Colladon, Bartlett, etc. — La machine hydraulique et à air comprimé de MM. Grandis, Grattone et Sommeiller, destinée aux travaux du tunnel du Mont-Cenis.

Après le percement de l'isthme de Suez, l'ouvrage le plus colossal dont l'exécution ait été décidée de nos jours, c'est sans nul doute le tunnel qu'il s'agit de percer à travers les Alpes, au-dessous du mont Cenis. Ce tunnel aura

12 kilomètres de longueur, et en raison de sa profondeur excessive, aucun puits d'aérage ne pourra y être creusé. L'établissement de cet immense tunnel abaissera de huit cents mètres la hauteur à franchir entre les vallées de la Savoie et les plaines du Piémont, procurera une économie de 30 francs par chaque tonne sur le transport des marchandises, ouvrira enfin, entre Londres, Paris, Genève, Turin, Milan, Gênes et l'Italie, la route la plus agréable et la plus courte.

Le 1er septembre 1857 a eu lieu la cérémonie de l'ouverture des travaux pour le percement du mont Cenis. Elle s'est faite avec une pompe et un solennité dignes de son importance. Le roi du Piémont Victor-Emmanuel et le prince Napoléon, M. de Cavour, M. Paleocapa, M. Negri, et d'autres personnages de la plus haute distinction, étaient présents. Un appareil électrique placé à Modane, au pied du mont Cenis, étant mis en communication par deux fils de 800 mètres, aux mèches des mines, qui devaient faire sauter la première pierre du gigantesque tunnel, le roi Victor-Emmanuel et le prince Napoléon ont mis chacun le feu à l'un des deux fils électriques, et la première brèche a été ouverte par l'explosion de cette mine.

Les travaux, inaugurés avec cet éclat royal, ont été commencés peu de jours après.

Au moment où l'attention publique va être portée sur une question qui intéresse à un si haut degré le commerce d'une partie de l'Europe, il ne sera pas sans intérêt de faire connaître ici ce grand projet, avec quelques détails; d'indiquer les moyens qui ont été adoptés pour l'exécution de l'œuvre gigantesque du percement des Alpes; enfin, de citer les noms des savants et des ingénieurs habiles qui se sont dévoués à cette œuvre remarquable.

Cette tâche nous est rendue facile par la publication qui a été faite à Turin, du travail de la commission chargée par le gouvernement piémontais de soumettre à des expé-

riences les divers moyens proposés pour les opérations qu'exige cette audacieuse entreprise. Composée d'hommes éminents dans les sciences mécaniques et économiques, cette commission avait été instituée surtout pour étudier un système de machines mises en expérience près de Gênes, et décider si elles pourraient être utilisées pour le percement du tunnel des Alpes. Agrandissant son mandat, la commission a voulu signaler tous les travaux faits dans cette direction, et rendre justice aux savants qui s'étaient antérieurement occupés de cette œuvre. Les indications contenues dans ce rapport, qui a été distribué par le gouvernement piémontais à la Chambre des députés, vont nous permettre de rendre ici justice à chacun[1].

L'homme à qui revient l'honneur d'avoir le premier indiqué le point le plus favorable pour le percement de la chaîne des Alpes, est un modeste habitant de ces montagnes, nullement ingénieur, mais homme intelligent et persévérant, M. Médail, mort il y a peu d'années. M. H. Mauss, ingénieur belge, que le gouvernement sarde avait mis à la tête des travaux de la voie ferrée entre Turin et Gênes, se dévoua activement à l'étude de ce projet. Aidé du savant géologue A. Sismonda, il parcourut toutes les vallées accessibles, et reconnut l'exactitude des indications de M. Médail. Il fit étudier les tracés, les niveaux, rédigea un projet complet avec toutes les pièces à l'appui, et démontra qu'on pouvait franchir les Alpes par un tunnel de 12 kilomètres creusé à 800 mètres au-dessous du sommet du mont Cenis. Ce tunnel, en ligne droite, incliné de $0^m,019$

1. *Documenti annessi al projetto di legge per riforma del capitolato di concessione della ferrovia Vittorio Emmanuele.*

Relazioni techniche intorno al perforamento delle Alpi, par MM. Des Ambrois, Giulio, Menabrea, Riva et Sella.

C'est-à-dire : *Documents annexés au projet de loi pour la réforme du cahier des charges de la concession du chemin de fer Victor-Emmanuel.*

Exposé technique sur le percement des Alpes.

au maximum, aboutit d'un côté à Modane, dans la vallée de l'Arc, et de l'autre à Bardonnèche. Dans la vallée de la Doire, qui conduit actuellement à Turin, il faudra faire environ 36 kilomètres d'une route ferrée tres-coûteuse à établir. Les devis calculés par M. Mauss portaient la dépense totale à 35 ou 40 millions, dont environ la moitié était affectée à la construction du tunnel.

Les procédés imaginés par M. Mauss, et en partie essayés par lui, pour le percement du tunnel, se composaient de deux parties : d'un système d'instruments perforateurs propres à percer le rocher, et d'un procédé de transmission de la force motrice au moyen de poulies et de câbles se mouvant avec une grande vitesse. Les instruments perforateurs avaient été essayés, et les résultats des épreuves étaient assez satisfaisants. Mais ce système laissait beaucoup à désirer pour le mode de transmission de la force et pour les moyens destinés à aérer les galeries.

Peu de temps après, un ingénieur suisse, bien connu des savants par ses travaux en physique, et particulièrement par ses recherches sur la vitesse de transmission du son dans les liquides, M. Daniel Colladon, se rendit à Turin, et fit connaître un ensemble de moyens qu'il proposait d'appliquer aux futurs travaux du percement des Alpes. Ce système se composait de moyens nouveaux pour la plupart et qui comprenaient la transmission de la force, l'accélération des travaux, la régularisation de la température et l'aération dans l'intérieur du tunnel. D'après les conclusions de la commission, le système de M. Colladon serait plus économique et plus sûr que celui que proposait M. Mauss, et il paraîtrait applicable surtout au percement des très-longs tunnels.

MM. Grandis, Grattone et Sommeiller, ingénieurs piémontais, sont inventeurs d'un nouveau système de forage des roches, dans lequel on fait usage de la force résultant d'une chute d'eau pour comprimer de l'air. Cet air com-

primé constitue une force motrice qui est utilisée pour enfoncer dans le roc les pieux de fer et pour ouvrir les tranchées de mine destinées à faire sauter les blocs par la force explosive de la poudre. La colonne d'eau, qui a 0m,45 de diamètre, donne une oscillation toutes les vingt secondes environ, et sa puissance mécanique est de quelques chevaux de force. Or, comme il existe près du mont Cenis, aux deux extrémités du tunnel à ouvrir, une chute d'eau de la hauteur de plusieurs mètres et d'un volume considérable, la machine hydro-pneumatique de MM. Grandis, Grattone et Sommeiller serait particulièrement utile pour le tunnel des Alpes ; son emploi, combiné avec les moyens proposés par M. Colladon, permettrait d'effectuer les travaux de percement avec une économie très-notable dans l'emploi de la force motrice[1].

Les expériences faites près de Gênes, en présence de

1. Voici, en ce qui concerne la machine hydraulique à air comprimé de MM. Grandis, Grattone et Sommeiller, les conclusions du rapport de la commission sarde :

« 1° Le compresseur hydraulique Grandis, Grattone et Sommeiller agit d'une manière régulière et sûre, et présente le meilleur moyen connu pour appliquer la force de l'eau tombante à comprimer un grand volume d'air sous une pression énergique : il constitue une véritable conquête pour la science, et sera une cause puissante de progrès pour l'industrie nationale.

« 2° Le compresseur hydraulique présente le moyen de donner en même temps l'air pour respirer et la force motrice.

« 3° Les essais sur le mouvement de l'air comprimé dans de longs conduits, quoique faits avec un tuyau de la longueur de 389 mètres seulement, ont montré que, sans avoir besoin de tuyaux d'un diamètre peu commode, on peut faire arriver l'air comprimé jusqu'à la moitié de l'espace qui sépare les deux ouvertures du tunnel, tout en retenant une pression suffisante pour être employée comme force motrice.

« 4° La quantité d'eau et la chute dont on peut disposer dans les deux vallées de l'*Arco* et de *Bardoneche* suffisent pour donner le mouvement au nombre de compresseurs nécessaires pour la ventilation des travaux, même lorsque ceux-ci seraient poussés avec la plus grande célérité, ce qui enlève le plus grand obstacle qui pouvait entraver la réussite de l'entreprise.

« 5° Les machines employées pour percer peuvent être mises en

MM. de Cavour et Paleocapa, sur la machine à chute d'eau des ingénieurs piémontais, ont été assez satisfaisantes pour que la commission ait conclu à la convenance de les transporter dans l'une des vallées auxquelles aboutira le tunnel projeté. On a proposé de les appliquer, comme premiers moteurs hydrauliques, pour servir à l'exécution des travaux ; et plus tard, après le percement du tunnel, de continuer à s'en servir pour pousser les convois le long de ce tunnel incliné[1].

Les travaux d'excavation souterraine dans la pierre dure se composent de diverses opérations successives, qui se résument en trois principales : briser le rocher, détacher les blocs et enlever les débris et les blocs, et terminer le travail en achevant d'élargir, et en revêtant le tunnel lorsque cela est nécessaire.

Ces travaux varient d'importance selon la nature du ter-

mouvement par l'air comprimé, et le percement des mines peut être exécuté, par leur moyen, douze fois plus vite que par le travail ordinaire. En les diminuant de volume et de poids, elles peuvent être également employées au percement des tunnels.

« 6° L'emploi de ces machines abrégera considérablement les travaux du tunnel préparatoire, surtout les travaux manuels, qui deviendront d'autant plus faciles que les couches offriront plus de résistance.

« 7° La commission cependant n'est pas en état de désigner les bases pour les contrats relatifs à l'exécution d'un ouvrage d'une nature si extraordinaire, et pour laquelle on sera obligé d'employer des moyens aussi extraordinaires que nouveaux. Aussi est-il nécessaire d'en commencer économiquement l'exécution, pour savoir, à la suite des travaux qu'on aura exécutés, s'il sera convenable d'en concéder la continuation aux entrepreneurs, et à quelles conditions.

« 8° Enfin, que plus on jugera longue l'exécution de cet ouvrage, plus il devient nécessaire de commencer au plus vite l'exploration dont il doit être précédé. Ainsi, pendant qu'on commencera le tunnel par les moyens ordinaires, on pourra achever les études expérimentales, et préparer les machines nécessaires pour le continuer avec une plus grande célérité. »

1. La commission a aussi rendu justice aux procédés qui ont été essayés en sa présence par un des principaux entrepreneurs du chemin de fer Victor-Emmanuel, M. F. Bartlett, inventeur d'un nouvel outil excavateur.

rain, la facilité de l'aérage et les dimensions du tunnel. L'emploi de la poudre accélère beaucoup le percement, mais il ne contribue pas à hâter l'enlèvement des débris. Ce premier travail qui absorbe en général plus de la moitié du temps du percement sera, dans le cas actuel, considérablement abrégé par l'emploi des moyens mécaniques de MM. Colladon, Bartlett, Grandis, Grattone et Sommeiller. Pour le déblayement, on pourra obtenir quelques économies de temps par un personnel d'élite, par un matériel parfaitement entretenu et une organisation bien calculée.

En résumé, il est probable que, sauf des circonstances imprévues, le percement des Alpes pourra être achevé dans un laps de temps qui ne dépasserait pas sept années, et pour une dépense moindre de 1500 francs par mètre courant de tunnel à double voie.

3

Exposé du projet d'un tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre.

En fait de travaux publics, le moment est aux grandes choses. La muraille des Alpes vient d'être attaquée pour le percement du mont Cenis; l'isthme de Suez verra bientôt des milliers de travailleurs commencer l'œuvre grandiose rêvée par les siècles, et un canal maritime, creusé à travers le désert, mettre en communication les richesses orientales et la civilisation européenne. Il est donc certain que le projet conçu par un ingénieur français, M. Thomé de Gamond, de rattacher l'Angleterre et la France par un immense tunnel sous-marin, arrive à son temps. Quand on examine, sur la carte générale des chemins de fer de l'Europe, le trajet actuel de ces lignes; quand on considère ces voies nouvelles brusquement interceptées çà et là par l'in-

terposition des mers, on comprend quels avantages immenses offrirait à la génération qui la verra s'accomplir la réunion de tous ces jalons d'attente en une ligne commune et continue, partant de l'extrémité septentrionale de l'Angleterre pour aboutir, sans interruption, jusqu'au fond des Indes. Trois obstacles naturels interceptent aujourd'hui ce grand chemin des nations : le détroit du Pas-de-Calais, la muraille des Alpes, l'isthme de Suez. De ces trois obstacles, deux peuvent être considérés comme virtuellement surmontés ; quant à la création d'un tunnel sous-marin rattachant l'Angleterre au continent européen, c'est la matière du projet dont nous avons aujourd'hui à entretenir nos lecteurs.[1]

Avant d'entrer dans l'examen détaillé de ce projet, nous jetterons un coup d'œil rapide sur les tentatives du même genre qui l'ont précédé ou préparé. En effet, l'idée de réunir l'Angleterre au continent par une voie souterraine n'est pas nouvelle. Le plus ancien et le plus remarquable des plans conçus dans cette intention appartient à un ingénieur des mines, nommé Mathieu, qui était en service dans nos provinces du Nord. Dressé à la fin du dernier siècle, ce plan fut présenté au premier consul en 1802, et les profils en restèrent exposés durant des années, d'abord au palais du Luxembourg et à l'École des mines, ensuite à l'Institut. Ce projet consistait en une voie souterraine formée de deux voûtes superposées, et qui décrivaient, dans leur parcours longitudinal, une ligne brisée, dont le point culminant était au centre du détroit ; ces deux voûtes versaient par deux rampes vers la France et l'Angleterre. La voûte inférieure aurait servi de canal pour l'écoulement des

1. La carte placée à la fin de ce volume et qui représente la coupe géologique des terrains submergés du détroit de Calais, le plan et le profil du tunnel proposé par M. Thomé de Gamond, permettra au lecteur de suivre avec fruit tous les détails de cet exposé.

eaux adventices, dont on serait débarrassé aux deux extrémités dans des réservoirs continuellement épuisés par des pompes aspirantes. La voûte supérieure devait recevoir une route pavée, éclairée par des becs à l'huile et desservie par des diligences attelées de chevaux, seul moyen de traction usité à cette époque. On ignore quels étaient les points de départ de la ligne projetée par l'ingénieur Mathieu; ses nœuds d'attache au continent devaient être situés à un niveau très-profond. Pour l'aérage du souterrain, comme pour sa construction, Mathieu proposait de créer, en pleine onde, un certain nombre de cheminées formées d'immenses anneaux de fer et consolidées à leur base par des enrochements.

L'Angleterre et la France venaient de conclure la paix d'Amiens; on se flatta un moment que l'établissement de relations amicales entre les deux peuples rivaux permettrait de songer à la réalisation de ce projet. Quand le ministre Fox vint à Paris, où il reçut les justes ovations de la France, le plan de jonction internationale de l'ingénieur Mathieu fut soumis à l'examen de ce grand homme d'État, qui l'accueillit comme l'un des moyens les plus efficaces de créer cette alliance des deux nations qu'il avait si longtemps rêvée. Fox entretint de ce projet le premier consul, qui lui dit à cette occasion : « C'est une des grandes choses que nous pourrons faire ensemble. »

Malheureusement, le moment n'était pas encore venu où ces deux puissantes nations devaient s'unir dans une mission civilisatrice. La guerre, qui se ralluma, emporta bientôt ce projet de concorde et de sympathie nationales.

A une époque moins éloignée de la nôtre, l'idée d'un tunnel anglo-français fut reprise et amena diverses propositions. Dans le nombre, on doit citer surtout celle de M. Favre, qui n'est toutefois que la reproduction du plan de l'ingénieur Mathieu. Mais ce projet reposait sur une erreur géologique. L'auteur pensait en effet que le bassin de la Man-

che était composé d'abord d'une couche de terrain crétacé, ensuite de grauwacks, de schistes et de *calcaire esquilleux*, formation qui, selon M. Favre, aurait empêché les infiltrations et favorisé le percement, puisqu'on n'aurait eu à traverser qu'une seule couche, celle de transition. Mais il paraît au contraire que le terrain de transition n'existe sous le détroit qu'à des profondeurs inabordables pour l'industrie humaine, et l'étude géologique du Pas-de-Calais a appris qu'il faudrait, pour creuser le passage à travers les terrains de transition, percer soixante-douze assises distinctes de roches agrégées et meubles, dont plusieurs sont aquifères. Le projet de M. Favre, ayant été conçu en dehors des recherches géologiques locales, offrait donc peu d'importance scientifique.

En 1846, MM. Franchot et Tessier se sont efforcés de démontrer la possibilité de faire reposer sur le fond de la mer un tunnel tubulaire de fonte. A tort peut-être, selon nous, cette idée a été repoussée, par la considération de la pression énorme d'eau qu'aurait eu à supporter la voûte métallique.

On pourrait encore citer ici la proposition du docteur Payerne, l'inventeur d'un nouveau bateau sous-marin. M. Payerne a mis en avant l'idée de se servir de bateaux sous-marins pour établir au fond de la mer une ligne d'enrochements supportant une voie voûtée, qui aurait traversé toute l'étendue du détroit.

Ces différentes propositions, et plusieurs autres analogues que nous nous dispensons de rapporter, présentaient le défaut commun d'avoir été conçues sans aucune étude géologique exacte des terrains submergés qu'il s'agissait de traverser. Entreprises en l'absence des recherches hydrographiques et géologiques locales qui doivent dominer la question, elles n'ont pu même établir la possibilité de l'ouverture d'une voie souterraine. Ces conceptions à travers l'inconnu se réduisent donc à un simple désir. Toutefois,

comme un vœu de ce genre ne se formule ni sans étude ni sans travail, on doit tenir compte aux savants dont nous venons de citer les noms des efforts qu'ils ont faits pour vulgariser cette idée hardie, et de l'initiative qui a attiré sur elle le sérieux examen de la science et du public.

Ce caractère d'études géologiques approfondies, qui a manqué aux divers projets que nous venons de signaler, est précisément ce qui distingue le plan émis par M. Thomé de Gamond, et, quoi qu'il arrive, l'examen du bassin géologique du Pas-de-Calais, que nous devons à cet ingénieur, demeurera comme une des plus utiles acquisitions pratiques faites par la science sur le sujet important auquel il se rattache. De semblables études, c'est-à-dire l'examen de formations géologiques cachées par des eaux profondes, présentent nécessairement de grandes difficultés, surtout pour un simple particulier, qui ne peut disposer que de ressources médiocres; il faut donc reconnaître hautement le mérite de ces chercheurs courageux, qui dévouent à une œuvre semblable les plus belles années de leur vie.

M. Thomé de Gamond a rassemblé, dans un écrin géologique du Pas-de-Calais, soixante-quatorze échantillons des gisements sous-marins composant les divers étages de cette formation. C'est sur l'étude de ces productions géologiques, qui constitue, selon nous, la partie la plus méritante de l'œuvre de notre savant compatriote, que repose le plan, conçu par M. Thomé, d'un tunnel sous-marin à ouvrir entre l'Angleterre et la France.

C'est, en effet, d'après les résultats de ses études géologiques du bassin du détroit, que M. Thomé de Gamond a choisi, parmi les diverses couches de terrain qui forment le sous-sol du Pas-de-Calais, les terrains jurassiques, comme propres à être traversés par la voie souterraine; ces terrains sont abordables par leur profondeur et faciles à entamer.

Mais, dès à présent, il importe d'aller au-devant d'une

objection qui se présente d'elle-même à la seule énonciation de ce projet : nous voulons parler de l'envahissement probable de ce tunnel par l'infiltration des eaux de la mer qui reposent sur son plancher. Il faut dire tout de suite, pour répondre à cette objection, bien naturelle, que, d'après l'auteur, le souterrain doit parcourir une zone si profonde et si ferme en même temps, qu'il restera interposée entre le tunnel et la mer une épaisseur de terre variant de 22 à 75 mètres. Ces couches terrestres sont formées de roches solides qui sont rendues imperméables par la présence de lits épais d'argile intercalés entre elles ; sous une telle pression, ces lits d'argiles sont impénétrables à l'eau. L'examen des échantillons géologiques, recueillis sur ce point du terrain par M. Thomé de Gamond, permet de juger favorablement ce fait capital. Assurément, on rencontrera, pendant le percement du souterrain, des infiltrations obliques, venant des continents ou de la mer. Mais cet obstacle est l'état normal et permanent de tous les travaux des mines, avec cette différence pourtant que l'industrie minière s'exerce dans des sols présentant le caractère général d'une grande dislocation, ce qui expose le mineur à un imprévu continuel ; tandis que le terrain du détroit de Douvres offre, au contraire, une régularité remarquable dans son assiette presque horizontale. On sait que plusieurs mines en exploitation prolongent leurs galeries sous la mer : le plus grand nombre s'exploitent sous la masse liquide de lacs souterrains très-profonds, dont l'étendue égale parfois celle de plusieurs provinces. Le génie des mines sait triompher de ces difficultés.

Ce qui fait naître dans l'esprit de chacun la crainte de l'envahissement du tunnel du Pas-de-Calais par les eaux marines superposées, c'est le souvenir décourageant des difficultés immenses que présenta l'exécution du tunnel de la Tamise à Londres, et ce continuel envahissement des travaux par l'eau du fleuve, qui apporta de si terribles ob-

stacles à l'achèvement de cette œuvre hardie. Mais on ne saurait en aucune manière assimiler le tunnel de la Tamise au tunnel sous-marin projeté. En effet, le terrain qui supporte la Tamise est une argile de formation tertiaire, dite *argile de Londres*, placée elle-même sur un lit de sable aquifère de 15 mètres, qui sépare l'argile de Londres du dépôt inférieur d'*argile plastique*. L'œuvre du percement fut entreprise par le célèbre Brunel entre les deux couches supérieures de sable et d'argile de Londres, ce qui eût permis de cheminer avec sécurité, si la couche d'argile se fût maintenue à une épaisseur suffisante ; mais au milieu de la Tamise cette couche devint tellement mince, qu'elle fléchit et occasionna plusieurs irruptions du fleuve dans les travaux. La première de ces irruptions fut si considérable, qu'elle détermina un véritable entonnoir par où l'eau de la Tamise se logea directement dans la galerie du tunnel et la submergea. Pour réparer cette avarie et poursuivre son œuvre violemment interrompue, l'infatigable Brunel s'avisa de restaurer le lit du fleuve, ébréché par cet accident, en jetant dans ce but, au milieu de la Tamise, jusqu'à trois mille mètres cubes d'argile en sacs. Cette chape gigantesque ayant isolé de nouveau le tunnel, Brunel put épuiser les eaux qui l'avaient envahi, et continua son travail, qui plus tard fut encore gêné, mais non arrêté, par des accidents beaucoup moins graves.

Il est maintenant bien constaté que la nature des terrains tertiaires de la Tamise n'offre aucune similitude ni même aucune analogie avec celle des formations secondaires du détroit de Douvres. On ne saurait donc établir de comparaison entre deux monuments placés dans des conditions aussi dissemblables.

Pour bannir d'ailleurs la confusion où entraîne l'apparente analogie du tunnel de Londres et du tunnel sous-marin projeté entre l'Angleterre et la France, il convient de rechercher quels sont aujourd'hui les monuments de ce

genre traversant des terrains identiques à ceux du massif submergé qu'il s'agit de percer pour l'ouverture du tunnel anglo-français.

Parmi ces monuments, on peut en citer deux qui ont le plus de similitude avec celui dont nous parlons, eu égard à la condition géologique des milieux ; ce sont : 1° le tunnel de la *Nerthe*, percé par le chemin de fer d'Avignon à Marseille, à travers les terrains jurassiques, dans une masse comparable à celle d'une partie du tunnel sous-marin, du côté de la France ; 2° le tunnel de *Saltwood*, sur le chemin de fer de Douvres à Londres, traversant par une galerie horizontale les couches les plus aquifères des grès verts, dans des conditions identiques à celles que présentent les terrains submergés du détroit, dont ces couches ne sont que le prolongement immédiat.

Le tunnel de la Nerthe (4620 mètres) n'a pas présenté de notables difficultés d'exécution; mais celui de Saltwood (872 mètres) en a offert de très-grandes. On peut regarder son percement comme un exemple des plus grands obstacles qui aient été affrontés et vaincus en ce genre d'ouvrages. En effet, dans les mines, on ne traverse en général les nappes d'eau que par des sections perpendiculaires à ces nappes, et par cela même assez courtes, tandis qu'à Saltwood on dut cheminer horizontalement dans la nappe elle-même. Le maximum d'épuisement des eaux s'éleva un jour à la masse énorme de 170 hectolitres par heure.

Ce sont des difficultés de cette nature qu'il faut s'attendre à rencontrer dans la traversée des grès verts sous-marins par le tunnel anglo-français. Elles sont assez sérieuses par elles-mêmes pour qu'il soit inutile de supposer des obstacles imaginaires, en comparant des situations sans similitude; cette comparaison peut se présenter à l'esprit, en l'absence de toutes données, mais l'examen des lieux ne saurait l'autoriser.

Quoi qu'il en soit, M. Thomé propose d'ouvrir, à travers les terrains jurassiques, un tunnel souterrain cylindrique, voûté en pierre, offrant dans son arc supérieur une section ouverte de 9 mètres de large sur 7 de haut. Le segment inférieur de ce cylindre inscrit un conduit d'assainissement pratiqué dans un massif en blocage, supportant une double voie de fer. La présence de ce radier indépendant a pour objet d'éteindre ou d'atténuer les effets de la trépidation sur les parois du monument. Deux chemins de service en banquettes, pour la circulation pédestre, règnent parallèlement aux voies, de chaque côté du tunnel. Deux voies de fer, desservies par des locomotives ordinaires, seraient suffisantes pour les voyageurs et les marchandises, même en admettant une circulation quadruple de celle qui existe aujourd'hui.

Voici maintenant la donnée générale du tracé :

Le tunnel sous-marin part du continent, sous le cap Grinez, et se dirige sur la pointe Eastware, entre Douvres et Folkstone. A peu près à égale distance de l'Angleterre et de la France, se trouve, au milieu du détroit, une éminence de terrain que les cartes désignent sous le nom d'*Écueil de Varne*. Ce point formera une station maritime à ciel ouvert. Cette station, où les trains pourront faire halte, consiste en une gare située au fond d'une vaste tour. Cette tour est ouverte dans le terre-plein d'un îlot factice construit sur la crête du banc de Varne. A ce terre-plein, est annexé un port, couvert par des môles faisant quai à la mer. L'établissement de ce port, l'œuvre la plus monumentale du projet, sera le complément du tunnel sous-marin, dont il aggrandira la signification, en en faisant un des plus puissants organes de trafic et de circulation entre les peuples.

Le fond de la tour de Varne contient une vaste cour de forme elliptique. C'est du fond de cette gare spacieuse,

qu'au moyen d'une spirale ascendante, les wagons de marchandises pourront monter, par une pente modérée, jusque sur le quai de l'*Étoile de Varne*, où ils se trouveront en contact avec le bord des navires.

Le tracé du tunnel décrit une courbe souterraine concave, dont les pentes, maintenues au-dessus de cinq millièmes, sont de beaucoup inférieures à celles que l'on trouve sur la plupart des chemins de fer actuellement exploités.

Les voies d'accession du tunnel anglo-français sont deux galeries souterraines inclinées au sept millième. La galerie anglaise se dirige, de la station d'Eastware, par un parcours de 5500 mètres, sur Douvres, où elle prend jour. La galerie d'accession du côté de la France, a 8800 mètres de parcours entre la station de Grinez et la ville de Marquise, où elle se relie à ciel ouvert à deux sections d'embranchement, dont l'une est la route de Paris par Boulogne et Amiens; l'autre section se relie, près de Calais, aux chemins de fer de la Belgique et de l'Allemagne.

En France, comme en Angleterre, c'est-à-dire à chacune des extrémités de la ligne sous-marine, le tunnel se termine par une station à ciel ouvert établie au fond d'une vaste tour : la station du cap Grinez est placée à une profondeur de 54 mètres sous l'étiage; celle d'Eastware, moins profonde, ne descend qu'à 30 mètres. On pénètre à chacune de ces stations par un escalier spacieux à rampes phéroïde très-douce, appliquée à la paroi de la tour. Les tours de ces stations, construites dès le début des travaux, serviront de voies d'accession pour le travail du percement, le mouvement des déblais, des matériaux de revêtement, l'extraction des eaux et la ventilation des galeries.

Quant à la ventilation ultérieure du tunnel, il est possible qu'il s'établisse spontanément des courants aériens suffisants, peut-être même plus forts qu'on ne doit le désirer. Dans le cas contraire, on produirait l'aérage par insufflation ou par appel, à l'orifice extérieur des tours,

comme il sera indispensable de le faire pendant les travaux.

Quels sont les moyens pratiques qui permettront d'exécuter ce travail colossal d'un tunnel de cette étendue creusé au-dessous du plancher de la mer? Le plan d'attaque conçu par M. Thomé est soumis, par l'auteur, avec la plus louable modestie, à l'examen et au contrôle de tous les hommes compétents dans cette partie de l'art des constructions. Dans le mémoire imprimé qu'il vient de faire paraître, et qui contient l'exposé détaillé de son projet, M. Thomé s'exprime ainsi au sujet des moyens qu'il propose pour l'exécution des travaux pratiques du tunnel sous-marin : « Il est nécessaire, dit-il, au début de tout projet sérieux, de présenter un plan défini sur lequel puisse s'engager nettement la discussion. Nous n'avons d'autre but, dans ce premier jet de notre opinion individuelle, que de poser des jalons provisoires pour un plan d'attaque définitif qui résultera sans doute du concert d'hommes plus autorisés. C'est à ce point de vue que nous prions le lecteur d'accueillir avec indulgence celui que nous présentons[1]. »

M. Thomé propose de subdiviser le détroit de Calais en quatorze sections, au moyen de treize îlots factices composés de rochers coulés en mer sur le trajet de la ligne sous-marine. Sur ces îlots on creuserait treize puits de mine en fonte et en maçonnerie, à l'aide desquels les plus longs ateliers de percement ne seraient plus que des galeries d'un kilomètre et demi de longueur. Sur ces treize îlots, seraient installés les ateliers d'extraction et les observatoires pour le raccordement extérieur des sections,

1. *Étude pour l'avant-projet d'un tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre, reliant sans rompre charge, les chemins de fer de ces deux pays. Ligne de Grinez à Eastware*. Un volume in-4 avec planches. Paris, 1857.

ainsi que pour la transmission rectiligne de l'axe dans les galeries souterraines. C'est au moyen de cette subdivision de l'œuvre en quatorze sections que l'attaque parcellaire pourra être entreprise sur vingt-huit ateliers à la fois, et que l'on peut entrevoir l'achèvement du tunnel en peu d'années.

Suivant le calcul de l'auteur, les trois opérations pour la création du tunnel sous-marin se résumeraient ainsi :

Première année. — Construction des treize îlots et creusement des puits.

Deuxième année. — Percement des cinq sections directrices.

Troisième, quatrième, cinquième et sixième années. — Percement des neuf grandes sections du tunnel.

Ce qui porterait à six ans les prévisions pour l'achèvement complet de l'œuvre.

Après cet achèvement, les îlots factices, devenus désormais un échafaudage superflu pour l'exploitation du tunnel, M. Thomé de Gamond propose d'en faire sauter le sommet par la mine, pour en débarrasser le détroit.

D'après les devis sommaires de l'auteur, la construction de ce monument coûtera 3400 francs par mètre courant, et la somme totale de la dépense, y compris les travaux complémentaires pour le relier aux chemins de fer des deux pays, voies d'accession, stations et embranchements, s'élèvera à cent soixante-dix millions, c'est-à-dire la moitié de la somme qu'a coûté la construction du chemin de fer de Paris à Lyon.

Tel est le plan général conçu par M. Thomé, et pour le jugement duquel il invoque modestement le contrôle et la critique de la science compétente.

« Il faut actuellement, dit M. Thomé, que ce travail soit repris par des intelligences collectives, très-versées dans la physiologie des roches et dans l'exploitation des gîtes souterrains. Il faut plus : il faut l'assistance que

peut seul fournir le budget d'une grande nation. » Puis termine en invitant le public à une critique sérieuse. « Nous ne venons pas défendre notre œuvre, dit-il à ses lecteurs ; nous vous la livrons toute nue, pièce à pièce et dans son ensemble, profondément convaincu qu'elle recevra de vos lumières un concours coopératif, et qu'elle sortira d'entre vos mains plus solide et plus complète. »

On ne peut qu'applaudir à cette manière sobre et pleine de goût de présenter un projet et des idées qui sont marquées plus d'une fois du cachet de la grandeur. Nous ne savons ce qui adviendra du plan de notre compatriote ; mais il nous paraît hors de doute qu'il a fait avancer d'un pas immense la grande question qu'il a attaquée. En consacrant de longues années à des études méthodiques sur le terrain, en étudiant la géologie du Pas-de-Calais, et précisant la nature du phénomène naturel qui a formé ce détroit, en approfondissant la question des infiltrations sous-marines, question qu'il n'a pu résoudre, mais dont il a caractérisé les éléments si divers et si compliqués, M. Thomé de Gamond a préparé la réalisation d'un fait qui est dans les tendances de notre époque : la jonction directe de l'Angleterre et de la France, au moyen d'un isthme souterrain desservi par un chemin de fer. Il a eu le mérite de faire sortir cette question de la région des chimères où elle avait flotté jusqu'à ce jour, et de lui donner une base sérieuse et véritablement scientifique.

Bien des objections s'élèvent sans doute contre les idées séduisantes que nous venons de faire connaître. Ces objections ont leur gravité ; mais, quand on lit sans opinion préconçue le mémoire de M. Thomé de Gamond, on se sent moins disposé à taxer d'utopie l'œuvre grandiose qu'il a étudiée.

A ceux qui prétendent que son projet est inexécutable,

parce qu'il est colossal, l'auteur répond qu'il n'est aucune partie de cette œuvre qui ne trouve son équivalent déjà réalisé dans les travaux qui ont été exécutés depuis trente ans. On peut même regarder le tunnel sous-marin comme la synthèse confirmative d'une grande œuvre contemporaine, dont les travaux antérieurs sont la démonstration partielle. En effet, si par la pensée on ajoute les uns aux autres les tunnels de la Bouzanne, la Nerthe, Bleekingley, Saltwood et Rolleboise, dans l'ordre qui vient d'être indiqué, on aura les équivalents identiques, par natures de terrains, et comme autant de spécimens des grands anneaux du tunnel sous-marin.

Mais les îlots à la mer? « Les îlots? répond M. Thomé: voyez Cherbourg, Plymouth, Alger, voyez surtout Portland! Ces digues représentent un ensemble de travaux bien autrement considérables que les treize cônes qui sont proposés dans le détroit de Douvres. Prenez treize sections d'une seule de ces digues; jetez-les à la mer sur un même axe dans le détroit, et voilà nos îlots! Avec cette différence pourtant, tout à l'avantage du projet, que ces pyramides, construites dans la haute mer, y seront exposées à une agitation moins dangereuse que sur la plage littorale, où la proximité des côtes soulève une agitation plus intense. »

L'aspect d'un projet, selon M. Thomé, n'est colossal que relativement à d'autres types, et les grandes proportions de celui-ci paraissent bien diminuées quand on considère les forces dont disposent la France et l'Angleterre, qui sont aussi, on l'accordera sans doute, au point de vue de la puissance, des nations colossales.

A ces divers arguments, nous joindrons enfin la prédiction moins doctorale qui a été faite par lord Palmerston. « Ce projet réussira, a dit récemment cet homme d'État à l'esprit enjoué, *parce qu'il est respectable, et parce qu'il a en sa faveur toutes les ladies de l'Angleterre.* »

Disons un mot, en terminant, de l'état actuel de la question. L'accomplissement d'une tâche si grandiose appartient à une nation et non à des efforts particuliers. Dans une entreprise aussi élevée et qui implique nécessairement un élément politique très-grave, l'auteur ne pouvait s'adresser, pour leur soumettre ses vues, à l'industrie privée ou aux interventions financières. M. Thomé de Gamond a donc frappé à la porte même des gouvernements intéressés. Il a présenté ses plans, ses cartes et ses échantillons géologiques à l'Empereur des Français. Par l'ordre de l'Empereur, une commission a bientôt procédé à l'examen de la seule question qui soit encore abordable, c'est-à-dire la question géologique. Cette commission était composée de MM. Élie de Beaumont, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences; Combes, inspecteur général des mines; Mallet, inspecteur général des ponts et chaussées; Renaud, inspecteur général des ponts et chaussées; Keller, ingénieur hydrographe de la marine.

C'est au mois de mai 1856 que cette haute commission a commencé ses travaux consistant à vérifier la valeur scientifique des recherches de M. Thomé de Gamond sur la géologie du Pas-de-Calais. Elle a conclu à la nécessité de creuser deux puits de mines à grands diamètres, l'un au cap Grinez, l'autre à la pointe Eastware, pour éclairer trois points fondamentaux. Elle propose donc :

1° De vérifier le niveau exact et l'inclinaison générale du prolongement des couches jurassiques sous les côtes d'Angleterre et de lancer sous la mer des galeries d'essai;

2° De mesurer la puissance relative des gisements aquifères qui peuvent exister dans les interstices de ces couches;

3° De fairé, par voie de concours, l'essai des machines à vapeur destinées au percement rapide des galeries souterraines, en attaquant directement, par l'acier, sans l'in-

tervention de la poudre, les roches dures, et de vider ainsi la question de la durée probable du percement.

La commission a conclu en outre à l'utilité d'une dépense de 500 000 francs pour ces vérifications, et émis le vœu que le gouvernement anglais fût consulté sur la part qu'il voudrait prendre dans ces travaux préliminaires.

Les conseils généraux des ponts et chaussées et des mines ont été également consultés, et l'auteur a eu la satisfaction de voir ses idées y trouver le plus honorable accueil.

Telle est donc aujourd'hui la situation du projet. La France a exprimé son avis et donné sa haute sanction ; on attend la réponse du gouvernement anglais, et tout fait pressentir de ce côté les dispositions les plus favorables. On peut donc espérer que, grâce à l'entente spéciale entre les deux gouvernements, on pourra bientôt procéder à la grande expérimentation qui a été reconnue indispensable pour compléter et juger définitivement l'étude importante dont nous venons de présenter le tableau.

4

Les étages renversés. — Appareils pour élever les personnes et les objets dans l'intérieur des habitations. — État actuel de la question.

On a fait ressortir plus d'une fois les avantages qui résulteraient, dans nos habitations, de la suppression de l'escalier, ou, pour mieux dire, du remplacement de l'escalier par un plateau mobile qui élèverait, sans fatigue pour elles, les personnes aux différents étages de la maison. Il est certain que, pour l'abondance de la lumière, la pureté de l'air, le silence et le repos, les étages supérieurs sont de beaucoup préférables à ceux situés plus bas. Leur seul inconvénient, c'est la nécessité de franchir un grand

nombre de marches pour y atteindre. Mais si l'on pouvait parvenir, à l'aide d'un mécanisme simple et sans dangers, à faire élever les hommes et les fardeaux du rez-de-chaussée aux étages supérieurs, ainsi qu'on le pratique dans les mines pour les ouvriers, les minerais et les outils, cet inconvénient disparaîtrait, et ne laisserait subsister que les avantages de l'habitation dans un lieu élevé. Une transformation complète s'opérerait alors dans l'économie générale de nos demeures, comme aussi dans la valeur des maisons. Les derniers étages, dont le prix de location est aujourd'hui des plus minimes, deviendraient le siége des appartements de luxe, et se loueraient plus cher que les étages inférieurs. Les habitudes de la vie, la valeur des propriétés bâties, subiraient donc une transformation marquée par suite de cette réforme architecturale.

M. Cap, savant bien connu de nos lecteurs, a développé cette idée dans une Note que l'on nous saura gré de reproduire, car elle résume très-bien les avantages que l'on réaliserait par l'adoption des *étages renversés :*

« Dans les quartiers populeux, dit M. Cap, et dans ceux où domine le commerce, les entre-sols sont assez généralement occupés soit par les marchands du rez-de-chaussée, soit par des bureaux ou des magasins. Dans les quartiers plus riches, les entre-sols et les premiers étages sont surtout recherchés par des personnes que leur âge ou d'autres causes empêchent de monter aux étages supérieurs. Ce sont des appartements de luxe : les plafonds sont plus hauts, les distributions plus commodes, les décorations plus élégantes, et partout les prix plus élevés.

« Cependant les premiers étages ont bien des inconvénients. Ils sont plus rapprochés de la rue, par conséquent on y entend plus de bruit. Le jour y est plus sombre, parce que le soleil y pénètre plus difficilement. Sur les cours on a de plus le bruit de chevaux, des voitures, l'odeur des écuries; on est plus près des caves, des fosses d'aisance, du rez-de-chaussée, souvent occupé par des états incommodes; enfin, les trois ou quatre étages supérieurs ne laissent pas que de diminuer la masse de

l'air comme sa pureté, l'éclat de la lumière, en un mot les conditions générales d'hygiène et de salubrité.

« Toutes ces circonstances défavorables s'affaiblissent à mesure que les étages s'élèvent. Le jour devient de plus en plus éclatant, l'air plus pur, le bruit plus éloigné. L'usage s'est heureusement répandu de pratiquer aux derniers étages un balcon qui donne à la vue plus de développement, qui permet de cultiver des fleurs, de se promener à l'air libre, de jouir, en un mot, des meilleures conditions que puisse offrir le séjour ordinaire des villes.

« Le seul inconvénient véritable est celui de gravir un certain nombre de marches; mais cet inconvénient est-il d'une nature telle qu'il ne puisse être levé. Je ne le pense pas.

« Il s'agirait simplement d'établir dans chaque escalier, au centre de l'hélice, une plate-forme avec un siége pour deux personnes, qui s'élèverait au moyen d'un mécanisme, à peu près comme cela se pratique pour les marchandises dans les entrepôts ou les gares de chemins de fer. Ce mécanisme n'offrirait pas la moindre difficulté d'exécution. Il est déjà employé dans mille endroits et à différents usages. Il existe, à notre connaissance, dans plusieurs palais. Au colysée de Londres on s'élève ainsi au plus haut point d'un panorama, sans presque s'en apercevoir. On entre, on s'asseoit dans une rotonde fermée, et dans quelques secondes, sans éprouver la moindre secousse, on se trouve arrivé comme par enchantement au sommet de l'édifice.

« Cette vue si simple renferme, selon nous, toute une révolution dans le système des logements dans les grandes villes.

« L'inconvénient des nombreuses marches à monter étant annihilé, tout se trouverait changé dans la disposition des étages. On construirait dans les maisons nouvelles un double entre-sol; l'un pour les habitants du rez-de-chaussée, l'autre pour les domestiques. A partir de ce point, plus on s'élèverait, plus on donnerait aux appartements d'élégance et de confortable. Le dernier étage deviendrait ainsi le plus beau, le plus recherché, surtout s'il était surmonté d'une plate-forme à l'orientale pour s'y promener et cultiver des fleurs.

« Les domestiques, obligés de se lever les premiers et de se coucher les derniers de la maison, étant logés au second entre-sol, seraient plus près de la rue et des magasins des fournisseurs où ils ont constamment affaire.

« Quant aux maîtres, éloignés ainsi des bruits, des mauvaises

odeurs, de tout contact désagréable, jouissant de plus d'air et de lumière, ayant sous les yeux un aspect plus vaste et plus riant, affranchis de l'ennui de gravir un escalier interminable, ils n'auraient plus rien à envier aux campagnards, sous le rapport d'une existence calme, salubre, hygiénique, principal avantage de l'habitation hors des cités. »

Les avantages de cette réforme architecturale sont fort bien résumés dans la Note de M. Cap, mais nous ne partageons pas entièrement son avis quant à la facilité des moyens qui serviraient à la réaliser. Un mécanisme permettant d'élever, avec toute la sécurité exigée pour ce cas, les personnes à des hauteurs considérables, donnant le moyen de s'arrêter à volonté, de redescendre, de se maintenir immobile avec la certitude que la corde, en se déroulant, ne laissera pas retomber la plate-forme sur le pavé, etc., un tel système comporte de sérieuses complications mécaniques. Cependant, hâtons-nous de le dire, ces difficultés ont été vaincues, et comme les dispositions fort ingénieuses qui ont été imaginées pour cet objet en Angleterre, il y a plus de vingt ans, sont très-peu connues en France, il ne sera pas sans intérêt d'en donner un court précis.

Tout le monde sait que, dans l'intérieur des mines, il existe plusieurs systèmes mécaniques pour élever ou faire descendre le minerai, les hommes et les fardeaux. Mais les appareils qui servent à cet objet dans l'intérieur des mines ne pourraient s'appliquer au cas particulier de l'ascension des personnes dans les habitations. C'est la vapeur qui sert comme force motrice de ces appareils, et nous n'avons pas de machines à vapeur dans nos demeures. D'ailleurs, aurait-on à sa disposition une de ces machines, elle ne pourrait s'appliquer commodément dans ce cas. En effet, dans les mines, le service de l'appareil à ascension exige la présence constante du mécanicien qui, sur le signal de l'arrivée du fardeau au haut de la galerie,

renverse la vapeur, et change ainsi la direction du mouvement pour déterminer la descente. Un tel système serait inapplicable dans nos habitations, puisqu'il exigerait l'assistance continuelle d'un ouvrier.

Dans les manufactures, dans les gares de marchandises, il existe des appareils d'une grande simplicité à l'aide desquels on transporte des fardeaux à de grandes hauteurs; mais ces appareils, d'un mécanisme trop simple, ne pourraient sans danger s'appliquer aux personnes. La poulie double, en usage dans les moulins à farine, par exemple, atteint parfaitement son but; mais on ne lui confierait pas l'office d'élever les personnes. Si l'espèce de frein qui arrête le mouvement de la poulie fonctionne mal, le sac de blé retombe à terre plus ou moins rudement : c'est pour le sac de blé un petit accident; il aurait d'autres conséquences pour les personnes qui se seraient confiées à ce mécanisme élémentaire.

Mais un appareil extrêmement ingénieux, et qui comporte une sécurité absolue, a été imaginé et est aujourd'hui employé dans presque toutes les manufactures de l'Angleterre, pour transporter, d'un étage à l'autre, les ouvriers et les employés. On en trouve la description très-complète dans un ouvrage déjà ancien, la *Philosophie des manufactures ou économie industrielle pour la fabrication du coton*, de Andrew Ure, qui parut à Londres en 1835, et fut traduit en français en 1836.

« Monter et descendre rapidement plusieurs étages à la fois, est un exercice très-fatigant. Les maîtres des fabriques, dit Andrew Ure, par un double motif d'humanité et de bienveillance, ont depuis longtemps pris des mesures pour obvier à ce pénible exercice; ils ont fait construire des plates-formes mobiles, encaissées dans des espèces de chambres verticales, placées dans un endroit convenable de leur bâtiment. On appelle cet appareil un *hissoir* (*teagle*). Il est ordinairement assez grand et assez solide pour recevoir une demi-douzaine de personnes de tout âge, et pour les transporter sur-le-champ d'un étage à

l'autre. Le mouvement en est très-doux et même agréable; j'en ai fait souvent l'expérience, et il est tellement doux qu on peut l'arrêter à l'instant et à volonté vis-à-vis l'une ou l'autre des issues pratiquées dans les côtés de la chambre verticale, au niveau du plancher des appartements..

« ...Le mécanisme du *teagle* se comprendra en lisant la description suivante, jointe à la figure qui a été dessinée d'après un modèle perfectionné, construit par MM. Frost et Derby, qui, de concert avec feu M. William Strutt, eurent le mérite d'inventer cette élégante machine automatique[1].. »

L'auteur donne ensuite la figure et la description du *teagle*, de William Strutt. La partie essentielle et vraiment très-ingénieuse de ce système consiste en une sorte de parallélogramme mobile qui, pressant tantôt l'une, tantôt l'autre des deux poulies qui servent à élever la plate-forme, change la direction du mouvement ascendant ou descendant, et fait en même temps office de frein pour déterminer l'arrêt absolu de force motrice. C'est la machine à vapeur de la manufacture qui sert à mettre en action cet ingénieux mécanisme.

Le *teagle* est employé aujourd'hui dans la plupart des manufactures anglaises. Mais il ne pourrait s'appliquer commodément pour le transport des personnes dans l'intérieur des habitations, car on n'a pas une machine à vapeur dans une maison ordinaire.

S'il nous est permis de nous citer à ce propos, nous dirons que nous nous sommes occupé de cette question. Nous avons reconnu, comme tout le monde, les ennuis de l'ascension permanente d'un escalier, et songé dès lors aux moyens de les faire disparaître. Il nous vint à l'idée d'employer comme force motrice, pour l'application qui nous occupe, un moteur électro-magnétique qui peut s'installer partout et ne présente aucun des inconvénients inhérents dans ce cas à la machine à vapeur.

1. Traduction française, t. I, p. 70, 73.

A l'époque de l'Exposition universelle de 1855, nous avions étudié avec un soin particulier les machines électro-motrices, c'est-à-dire l'emploi de l'électricité comme moteur. Nous nous étions convaincu alors que l'électricité, incapable, dans l'état actuel des choses, de servir à la production de forces motrices considérables, serait, dès aujourd'hui, très-utile pour la production de petites forces, pour celle d'un demi ou d'un quart de cheval par exemple. Les avantages tout à fait spéciaux de l'électricité comme moteur résident : 1° dans l'instantanéité de son action, qui fait que l'on peut arrêter, rétablir, graduer à volonté ses effets mécaniques; 2° en ce que l'instrument moteur ne dépense que tout autant qu'il produit de la force, et que, dans les intervalles de repos, il n'use et ne dépense que fort peu, ce qui, en réalité, rend son emploi moins dispendieux qu'on ne l'imagine.

Ces avantages tout à fait particuliers aux moteurs électriques nous firent penser que l'on pourrait appliquer avec utilité ce genre de moteur à l'exhaustion des personnes et des objets dans l'intérieur des maisons, et réaliser ainsi la réforme architecturale dont il s'agit. Nous transcrivons ici la note que nous avons écrite à cette époque touchant le système à employer pour la solution de ce problème.

« Pour élever les hommes et les fardeaux dans l'intérieur des maisons, sans le secours d'un escalier, employer comme moteur une machine électro-magnétique à rotation directe. Cet appareil sera placé dans la cave de la maison. Autour d'un tambour placé près de l'arbre de la machine électro-motrice, s'enroule une chaîne sans fin. Cette chaîne s'élève au milieu d'une sorte de chambre carrée, verticale, en bois, logée dans la cage de l'escalier. Un plateau fixé à cette chaîne, et destiné à servir de palier ascendant et descendant, reçoit les personnes qu'il s'agit de faire élever au sommet de la maison. Ce plateau est équilibré par un contre-poids ayant à peu près le même poids, ce qui diminue d'autant l'effort mécanique nécessaire pour produire le mouvement. Une tige métallique, fixée contre

l'une des parois de la chambre, est munie à chaque étage d'un bouton à ressort sur lequel on peut presser. Lorsque le palier mobile est parvenu à l'étage auquel on veut s'arrêter, ce bouton sert à arrêter instantanément l'action du moteur électrique, en interrompant l'action de la pile par la suppression du conducteur. L'appareil fonctionnerait ainsi seul; le concierge de la maison n'aurait d'autre office que d'entretenir l'appareil électrique installé dans la cave, et la pile voltaïque destinée à le mettre en jeu. »

Tel est le système et le plan que je soumis, au mois d'avril 1856, à l'appréciation de M. Froment. Mais ce savant constructeur me dévoila plusieurs difficultés comme devant apporter de graves obstacles à la réalisation de cette idée. Une machine électro-magnétique est trop délicate pour être livrée aux soins de personnes étrangères au maniement des appareils mécaniques. En second lieu, son emploi pouvait amener des dangers. Si la pile fonctionnait mal ou venait subitement à cesser d'agir pendant l'ascension du palier, comme l'appareil n'était pourvu d'aucun frein destiné à empêcher la chute, le palier devait retomber sur le sol, par l'effet de son poids, avec les personnes qu'il supportait.

C'est cette grave considération des dangers qui pourraient résulter d'un tel appareil, pour l'usage des individus dans les habitations privées, qui nous a empêché de pousser plus loin le projet que nous venons de faire connaître. Cependant l'idée de l'appropriation du moteur électrique à ce cas particulier n'ayant jamais été émise jusqu'à ce moment, il nous paraît utile de la mentionner ici, afin d'appeler l'attention des personnes compétentes sur un problème dont l'entière et salutaire solution tournerait au profit et à l'intérêt de tous. Si l'on adoptait le *teagle*, c'est-à-dire l'appareil anglais que nous avons décrit plus haut et qui est d'un effet si sûr et si commode; qu'on l'installât dans la cage de l'escalier, et qu'on employât comme moteur une machine électro-magnétique,

on réunirait, il nous semble, toutes les conditions exigées pour la commodité et la sécurité de ce genre de transport. Nous livrons cette idée à celui qui voudra la prendre et en tirer bon parti dans l'intérêt général.

En terminant l'article qui précède, nous disions dans *la Presse* que nous accueillerions avec empressement les divers plans qui pourront ou qui auraient pu être imaginés ou exécutés pour la solution du problème architectural dont il vient d'être question. Nous avons reçu, à ce sujet, les deux lettres suivantes qui seront lues avec intérêt par nos lecteurs. La première est de M. Jules Mareschal, habile mécanicien de Paris; la seconde de M. Andraud, physicien bien connu par une foule d'inventions ingénieuses, dont il a consigné une partie dans un livre original et curieux, publié, en 1855, sous ce titre piquant: *Une dernière annexe au Palais de l'Industrie.*

Voici d'abord la lettre de M. Mareschal, qui conclut, en définitive, à employer comme force motrice pour élever le *hissoir*, la pression de l'eau et son élévation par une pente foulante.

« Monsieur,

« Vous donnez dans le dernier bulletin scientifique de *la Presse* de précieux renseignements sur le séduisant problème de la suppression des escaliers dans les maisons d'habitation, et leur remplacement par un *hissoir* mécanique, qui aurait l'immense avantage de dispenser les locataires des étages supérieurs de l'obligation si fatigante de monter et descendre les escaliers. Vous engagez ceux de vos lecteurs, que ce problème intéresse, à vous communiquer leurs idées. C'est pour répondre à votre courtoise invitation que je prends la liberté de vous entretenir quelques instants.

« Ainsi que vous, monsieur, je pense que l'objection tirée des dangers qui pourraient résulter de la rupture du câble de suspension n'est pas capitale. Un encliquetage à la Dobo, ap-

pliqué sous le plancher mobile, supprimerait toute cause d'appréhension sous ce rapport.

« Mais j'entrevois d'autres difficultés de détail qui me paraissent rendre impossible l'emploi d'un *hissoir* unique pour le service de tous les étages d'une maison. Il serait facile, sans doute, comme vous le proposez, en employant un moteur électrique, de donner à chaque voyageur (j'appelle ainsi l'individu monté sur le plancher mobile), il serait facile, dis-je, de lui donner la facilité d'arrêter le mouvement de l'appareil, dès qu'il serait arrivé à destination, c'est-à-dire au palier qu'il veut atteindre. Mais, si par oubli, malice ou intentions malfaisantes, ce voyageur ne fait pas redescendre le plancher lorsqu'il est arrivé à destination, le service sera interrompu, les autres locataires seront forcés d'attendre le bon vouloir du dernier occupant.

« Si, au contraire, on peut, sans le concours de celui-ci, au moyen de touches existant à chaque étage, faire redescendre l'appareil, un inconvénient d'un autre genre se présente; il peut arriver que le voyageur n° 2, trouvant le *hissoir* au repos, le remette en marche avant que le voyageur n° 1 ait quitté le plancher mobile; si ce n° 1 est une femme ou un vieillard, ou tout autre personne trop peu ingambe pour saisir à temps la rampe de son palier au moment où le *hissoir* fuit sous lui, il sera indubitablement précipité sur le sol. Pour conjurer de pareils dangers, il faudrait de toute nécessité un surveillant *ad hoc*; mais cette surveillance de jour et de nuit entraînerait à des frais qui ne contribueraient pas à diminuer le prix des loyers.

« De ces conditions, je crois pouvoir conclure que le *remontoir* unique pour le service de toute une maison ne serait pas sans périls, que son usage exigerait une surveillance très-attentive, difficile, coûteuse et souvent tracassière. Pour éviter ces inconvénients, je crois qu'il faudrait, de toute nécessité, un *hissoir* ou *remontoir* pour chaque étage.... j'allais dire pour chaque appartement.... Mais n'exagérons pas, et reconnaissons d'ailleurs que les *hissoirs* des étages supérieurs pourraient, dans certains cas exceptionnels, desservir les étages inférieurs.

« J'arrive à l'examen de la question du moteur, qu'il s'agirait d'appliquer à ces appareils; ce moteur sera-t-il le concierge de la maison, comme le veut M. Cap, ou bien une machine électro-motrice, comme vous le proposez, monsieur, ou bien encore une petite machine à vapeur?

Observons tout d'abord que chaque voyageur produit en descendant par le plancher mobile de son *hissoir*, précisément la quantité de kilogrammètres nécessaire à son exhaustion ultérieure, et qu'à une ascension corespond toujours une *descension* de hauteur égale. Cette quantité de kilogrammètres peut être représentée par le contre-poids arrivé au sommet de la course, lorsque le voyageur est parvenu au bas; s'il n'y avait pas de perte de force par les frottements et la roideur des cordes; si, d'ailleurs, le contre-poids était toujours équilibré avec le voyageur, un moteur serait inutile, la moindre impulsion de la main ferait agir le *hissoir* dans un sens ou dans l'autre, de même que l'on fait agir les deux plateaux d'une balance également chargés.

Toute la question est donc dans les moyens à imaginer pour que le contre-poids se règle *de lui-même*, suivant la pesanteur des personnes ou des objets à monter ou à descendre, de manière que le *hissoir* soit toujours en équilibre avec la somme des résistances à vaincre.

De cette tare permanente du contre-poids pour chaque personne montant ou descendant, résultera, au bout de la journée, une petite quantité de kilogrammètres dépensés, un déchet de force qu'il faudra remplacer. Telle doit être la seule fonction du moteur; et cette force à restituer serait, suivant moi, tellement minime, qu'un homme tournant la manivelle d'une pompe foulante pendant une demi-heure chaque matin, suffirait à mettre tous les *hissoirs* d'un corps de logis en état pour toute la journée.

J'en suis arrivé au point où il faudrait quitter les généralités pour entrer dans la description des moyens que je crois susceptibles de réaliser les conditions du problème ainsi posé. Ces détails demanderaient certains développements que je suis prêt à donner, si vous jugez, monsieur, qu'il y ait quelque utilité à les faire connaître.

Daignez agréer, etc. JULES MARESCHAL.

De son côté, M. Andraud nous rappelle dans une lettre que, dans son ouvrage : *Une dernière annexe au palais de l'Industrie*, dans lequel il passe en revue une série d'inventions ou innovations qui lui appartiennent, et qu'il a fait connaître à différentes époques, il a parlé d'un escalier qui n'occasionnerait, pour en gravir les mar-

ches, qu'une faible dépense de forces. Voici la lettre de M. Andraud :

Monsieur,

« Le dernier article que vous avez publié dans *la Presse* m'a vivement intéressé. La question des escaliers est une de celles qui m'ont le plus occupé; j'en ai fait l'objet d'un chapitre spécial, dans un petit ouvrage que j'ai publié, il y a deux ans : *Une dernière annexe au Palais de l'industrie*. En terminant votre article, vous faites appel à tous ceux qui se sont occupés de cette question; c'est ce qui m'a déterminé à vous adresser ces quelques lignes.

« Voici, sommairement, le principe mécanique sur lequel repose mon escalier, qui ne présente aucune difficulté dans l'exécution et aucun danger dans la pratique.

« Je ne change rien à la construction habituelle des escaliers; je leur donne la forme d'une hélice semi-circulaire, pour monter d'un palier à l'autre. Chaque marche est munie d'une sorte de pédale qui peut s'élever et s'abaisser au moyen d'un balancier placé en dessous de la marche. L'extrémité libre du balancier est en saillie dans la cage de l'escalier et va se rattacher à une corde double qui occupe, du haut en bas de la maison, le centre de la cage. Il suffit d'imprimer à cette double corde un mouvement de va-et-vient pour obtenir le jeu des pédales dont les unes montent pendant que les autres descendent, en s'alternant, de telle sorte que toutes les marches impaires, les 1re, 3e, 5e, 7e, etc., s'élèvent en même temps que les marches paires, les 2e, 4e, 6e, 8e, etc., s'abaissent. Les choses étant ainsi disposées, on comprend que pour monter l'escalier, il suffit de tenir la rampe à la main et de poser les pieds sur les pédales qui vous soulèvent, par un mouvement doux et régulier, de marche en marche, jusqu'au haut de l'escalier, où vous arrivez sans éprouver plus de fatigue que si vous vous étiez promené dans une chambre.

« J'ai fait construire sur ce principe un modèle d'escalier, au dixième d'exécution, lequel ne laisse aucun doute sur la praticabilité et la sûreté de ce système.

« Agréez, etc. ANDRAUD. »

V

MARINE.

1

Nouveau système de télégraphie de nuit à bord des navires.

M. Auguste Trève, enseigne de vaisseau, a imaginé un système nouveau fondé sur de très-ingénieuses applications de la physique, et qu'il propose comme devant remplacer le mode de télégraphie nocturne actuellement en usage pour la transmission des ordres à bord des navires.

Le système télégraphique de la marine est très-peu avancé et a fait bien peu de progrès depuis de longues années. Dans un rapport qui fut adressé le 2 novembre 1832 au roi Louis-Philippe, l'amiral de Rigny, ministre de la marine, exprimait l'opinion que la télégraphie de nuit employée à bord des bâtiments de guerre attendait depuis longtemps des perfectionnements.

« Quant aux signaux de nuit, disait le ministre, quoiqu'ils dépassent de beaucoup le chiffre auquel on était arrêté jusqu'à présent, je dois dire que cette partie de l'art de la correspondance à la mer, par le moyen des feux de toute espèce, attend encore des perfectionnements. Les sciences physiques sont arrêtées par des difficultés qu'elles vaincront probablement un jour. La marine, qui leur doit tant déjà, espère de leurs efforts des instruments capables de satisfaire à toutes les conditions d'une bonne télégraphie nocturne. »

Bien que, de 1832 à 1856, quelques essais d'amélioration

aient été tentés, le système de télégraphie auquel faisait allusion le ministre de Louis-Philippe n'a, pendant ce long espace de temps, reçu aucune modification importante. Nous allons donner une idée des principes sur lesquels repose le procédé de correspondance télégraphique employé aujourd'hui à bord de nos vaisseaux pour la transmission des ordres relatifs aux manœuvres.

La télégraphie maritime emploie trente-quatre signaux le jour : vingt pavillons, huit flammes et six guidons. Les signaux de nuit se composent de fanaux, feux de Bengale, cloches, tambours et canons, dont l'emploi n'est jamais simultané. Par les nuits claires, les fanaux suffisent à la transmission des ordres; à de petites distances, on emploie la cloche et le tambour; à de plus grandes distances, le canon; par des nuits couvertes, les feux de Bengale donnent parfois aux signaux un éclat suffisant.

La théorie des signaux de nuit se divise en huit chapitres, dont six pour les manœuvres à la voile, donnant cent vingt articles, et deux pour les manœuvres à l'ancre, donnant quarante articles; en tout, cent soixante ordres, transmissibles à l'aide de cinq instruments.

La théorie des signaux de jour produit trois séries, comprenant ensemble 1715 articles, dont 1200 s'appliquent à des ordres généraux, 380 à des indications géographiques, et 135 à des ordres particuliers. Dans la navigation en escadre, chaque navire a son numéro d'ordre, c'est-à-dire un pavillon qui le désigne nominativement.

Les signaux de nuit, dans une flotte, ou en général entre bâtiments de guerre, s'effectuent au moyen de feux placés verticalement les uns au-dessous des autres, au lieu le plus élevé et le plus apparent du navire. Le nombre des feux employés ne dépasse jamais six. C'est sur les combinaisons de ces feux, un à un, deux à deux, qu'est basée la table des signaux maritimes.

Afin de multiplier le nombre des avis ou ordres à trans-

mettre, on a imaginé de donner à chacune des cinq premières combinaisons six significations différentes, selon qu'on les ferait précéder ou suivre de fusées et de feux de Bengale. On a obtenu ainsi six chapitres composés de vingt ordres, c'est-à-dire 120 signaux.

Quelle est la forme des fanaux télégraphiques adoptés pour le service de la mer ? On a longtemps donné à ces fanaux la forme polyédrique, mais la forme cylindrique a aujourd'hui prévalu. Jusqu'à ces dernières années, on s'était borné à les éclairer au moyen d'une mèche à huile. Ils éclairaient assez brillamment une batterie lorsqu'ils étaient en assez grand nombre; mais en changeant de rôle dans les airs, ils ne possèdent plus qu'une puissance d'émanation fort limitée.

Depuis quelques années, l'emploi de l'huile comme combustible a été abandonné pour les fanaux télégraphiques de la marine : on l'a remplacée par les bougies. Mais on reprochait à ce nouveau combustible ce que l'on reprochait à l'ancien, c'est-à-dire de ne fournir qu'un éclat lumineux tout à fait insuffisant. C'est pour remédier à ce défaut que M. L'Étourneau a imaginé ses *fânaux lenticulaires*, qui consistent dans l'adjonction au fanal ordinaire d'une épaisse *lentille à échelons*, imitation avantageuse du système qui est employé avec tant de succès pour l'éclairage des phares. Les fanaux lenticulaires sont adoptés aujourd'hui dans notre marine militaire et marchande, tant pour les signaux que pour l'éclairage des batteries.

L'inconvénient de ces fanaux, c'est leur poids considérable; ils pèsent 2 kilogrammes 400 grammes, ce qui les rend peu maniables, surtout quand il faut en hisser trois ou quatre à la fois.

Dans l'état actuel, voici comment on procède à bord d'un vaisseau, pour exécuter les signaux nocturnes. Il faut commencer par allumer un nombre suffisant de fanaux, les porter à l'endroit où doit être élevé le signal, fixer ces

fanaux sur un ou deux cordages (*drisses*), les uns à la suite des autres, et les placer dans l'ordre indiqué par le tableau de la tactique navale. Cette manœuvre, toujours lente, surtout en cas imprévu, et même dans des conditions favorables de vent et de mer, exige beaucoup de précautions pour ne pas soumettre les fanaux à des mouvements désordonnés. Aussi l'exécution exacte d'un signal maritime n'est-elle jamais assurée d'avance.

Un premier signal étant formé, si on doit le faire suivre d'un second, il faut d'abord amener les fanaux pour pouvoir en augmenter ou en diminuer le nombre. Si le premier signal a, par exemple, nécessité l'emploi de fusées ou de feux de Bengale, il faut nécessairement laisser s'écouler un certain laps de temps entre le premier et le second, afin de ne pas donner lieu à une interprétation erronée, en faisant supposer que les fusées qui terminent le premier signal commencent au contraire le second.

Les fanaux sont disposés, comme nous l'avons dit, les uns au-dessous des autres, dans une même ligne verticale; mais, quelle que soit la distance qui les sépare, elle ne peut être que très-petite à bord d'un navire. Or, le faible éclat qu'ils répandent ne permet pas toujours de s'assurer de leur nombre exact. La pratique démontre journellement ce fait, que les fanaux, à distance moyenne, hissés au nombre de trois ou quatre, paraissent confondus. Une grosse mer, un temps légèrement brumeux, multiplient les incertitudes ou frappent de nullité une grande partie de ces signaux.

La nécessité, depuis longtemps reconnue, de posséder, dans nos escadres, un moyen sûr de correspondre promptement et simplement par tous les temps et en toutes circonstances, a provoqué les recherches de quelques-uns de nos officiers de marine. Il y a peu d'années, un officier distingué de cette arme eut l'idée de combattre les incertitudes auxquelles donne lieu cette longue ligne lumineuse, en colo-

rant différemment les feux. Sans modifier en rien la forme ni le mode d'éclairage des fanaux actuels, il adaptait à leurs garnitures des verres diversement colorés.

Ce projet fut favorablement accueilli, et l'ordre de le soumettre à des essais fut expédié à Brest. Des expériences se firent en rade, à bord de la frégate *l'Iphigénie;* mais leurs résultats ne répondirent pas aux prévisions favorables que l'on avait conçues de ce système. L'intensité de lumière n'était pas assez puissante pour rendre les couleurs suffisamment apparentes. Le mal avait donc été attaqué dans l'un de ses effets, mais non dans sa cause, et la question restait à l'état de problème. Le but à atteindre était toujours celui-ci : « Réaliser avec certitude et rapidité une transmission d'ordres successifs, dans une flotte, et pendant la nuit, quel que soit l'état de l'atmosphère. »

C'est ce problème que M. Auguste Trève, enseigne de vaisseau, a abordé, confiant dans les ressources de nos sciences physiques.

Le jeune enseigne s'est d'abord occupé de la recherche du plus puissant agent d'éclairage qui puisse être adopté à bord des navires. Il croit l'avoir trouvé dans le gaz de l'éclairage tiré de la variété de houille qui a reçu le nom de *boghead*, et qui est douée d'un remarquable pouvoir éclairant. Ce gaz, brûlant dans les fanaux télégraphiques des navires, y produirait, selon M. Trève, une lumière douze fois supérieure en éclat à celle qui est employée aujourd'hui pour cet usage.

M. Trève propose donc de placer, à bord de chacun de nos navires, deux ou trois de ces petits barils de gaz extrait du *boghead*, que l'on prépare à l'usine de la rue de Charonne, et qui contiennent, sous un volume de 40 décimètres cubes, 400 litres de gaz. Ce gaz servirait à éclairer les fanaux lenticulaires employés pour la télégraphie nocturne. Au mécanisme placé à la partie inférieure de ces fanaux, et qui est destiné à recevoir la bougie, M. Trève

substitue un petit tube de cuivre terminé en bec ordinaire de gaz. Cinq tubes en caoutchouc mettent en communication le gazomètre (qui porte cinq petits robinets) avec les cinq tubes des fanaux télégraphiques. Il est évident que l'on peut, au moyen de cette disposition, produire ou arrêter à volonté et instantanément l'écoulement du gaz dans l'un quelconque des cinq fanaux, en ouvrant ou fermant le petit robinet qui lui correspond sur le gazomètre.

Reste le moyen d'enflammer le gaz.

Dans les conditions actuelles, quel que soit le point où sont hissés les fanaux télégraphiques à bord, ils sont toujours inabordables en raison de leur hauteur. On ne peut donc songer, pour enflammer le gaz, à employer la main de l'homme, pas plus que cette longue perche munie d'une lumière qui sert aux allumeurs pour les lanternes à gaz placées dans nos rues. Il fallait donc ici un procédé d'allumage mouvant, pour ainsi dire, un moyen simple qui, faisant corps avec chaque fanal, pût participer à tous ses mouvements dans les airs. L'électricité seule pouvait donner le moyen d'obtenir un tel résultat; c'est donc à l'électricité que notre inventeur a eu recours.

On sait que la machine de Ruhmkorf, où l'on développe de l'électricité d'induction, permet, avec un nombre très-restreint d'éléments voltaïques, de produire des effets de chaleur équivalents à ceux que l'on ne pouvait obtenir auparavant qu'en employant un nombre considérable de couples galvaniques. C'est grâce à la machine de Ruhmkorf que l'on a pu, comme nous avons déjà eu l'occasion de l'exposer dans un ouvrage précédent[1], procéder à l'inflammation des mines à de grandes distances. C'est ainsi que le colonel espagnol, Verdu, a pu enflammer de la poudre placée à une distance de 26 000 mètres en n'employant qu'un ou deux éléments de la pile de Bunsen.

1. Voyez *les Applications nouvelles de la science à l'industrie et aux arts*, 2e édition, 1857.

L'électricité d'induction peut produire, dans la machine de Ruhmkorf, de fortes étincelles, par suite de la tension considérable de l'électricité qui circule dans le fil induit. C'est grâce à ces étincelles que l'on pourra, selon M. Trève, rendre pratique la manœuvre du télégraphe maritime. La machine de Ruhmkorf est des plus portatives, ses dimensions étant seulement de 20 centimètres en longueur sur 15 de large. Il n'y a donc aucune difficulté à la placer, à demeure, dans un petit local disposé *ad hoc* chez le commandant du navire. Les deux extrémités du fil induit, entre lesquelles jaillissent les étincelles, se logeraient dans de petites rainures pratiquées dans la muraille du bâtiment, et aboutiraient sur la dunette en forme de crochets. Les deux extrémités du gros fil communiqueraient avec les pôles de la petite pile, placée non loin de là. Ainsi, l'élément de la pile voltaïque, qu'il est seul nécessaire d'employer pour produire l'électricité, se trouverait dans l'intérieur du navire, avec la machine de Ruhmkorf; les deux crochets, terminant les fils conducteurs, seraient seuls placés sur la dunette, prêts à diriger le courant dans tout conducteur qui lui serait présenté. Comme on le voit, tout cela fonctionne de soi-même : ce sont des éléments immuables et dont on n'a pas à s'occuper.

Pour comprendre maintenant le jeu complet de ces moyens d'éclairage des fanaux télégraphiques, laissons l'inventeur lui-même donner la description de la manœuvre à employer :

« Les deux fils de la pile, dit M. Trève, étant crochés aux boutons de la dunette, pendant qu'on hisse les fanaux, le courant électrique circule; et, vu les bifurcations des fils, va se manifester instantanément par de vives étincelles entre les deux pointes des tiges dans chaque fanal. Cela posé : si j'ouvre le robinet n° 1 du gazomètre, par exemple, le gaz qui passe par le petit régulateur se précipite dans le tube, se répand instantanément dans le fanal n° 1, y rencontre l'étincelle électrique qui l'enflamme aussitôt, et y étale sa brillante lu-

mière, qui va se transmettre au loin. Si je veux faire rentrer ce n° 1 dans l'obscurité, il est évident que je n'ai qu'à en fermer le robinet.

« Pour éclairer le fanal n° 4, par exemple, les deux fils conducteurs, se greffant sur chaque fanal, comme nous l'avons dit, le courant électrique circule pour tous, l'étincelle jaillit dans chaque fanal, et cela d'une manière permanente. Je n'ai absolument qu'à donner issue au gaz n° 4, qui aussitôt s'enflamme au contact de l'étincelle. Pour le faire rentrer dans l'obscurité, je n'ai qu'à fermer le robinet n° 3.

« Pour en éclairer 3, 4, 5 à la fois, je n'ai qu'à ouvrir les 3, 45 robinets à la fois, comme à les fermer pour les faire rentrer dans l'obscurité.

« Ainsi : ouvrir et fermer le robinet du fanal que l'on veut éclairer, voilà toute la manœuvre; elle n'est pas difficile.

« L'appareil télégraphique manié par nos hommes se compose donc de cinq fanaux auxquels sont fixés les deux fils conducteurs, qui se déroulent à mesure qu'on les hisse, et de cinq tubes en caoutchouc qui, avec les deux fils, viennent absolument, comme les quatorze drisses de notre télégraphe de jour, se loger dans une caisse destinée à recevoir les fanaux. Les cinq fanaux étant hissés, au commencement de la nuit, si on le veut, le télégraphe est là prêt à fonctionner : ce n'est plus qu'une manœuvre de robinets. Deux hommes pourront éclairer tel nombre de fanaux que l'on voudra, soit isolément, soit simultanément, et cela instantanément. Une large base de signaux peut s'asseoir sur un procédé aussi remarquablement simple et entièrement dû à la vitesse prodigieuse de l'électricité, à celle de l'écoulement du gaz et à son inflammabilité instantanée. »

M. Trève cherche ensuite à prouver que le maniement et la conservation de quelques barils de gaz comprimé ne pourraient donner lieu au moindre danger à bord des navires.

La fabrication, de plus en plus étendue, du gaz comprimé, son application journalière à Paris, l'installation, dans les caves des maisons, d'énormes gazomètres destinés à distribuer la lumière dans tout l'intérieur, répondent suffisamment aux craintes que l'on pourrait concevoir sur

son admission à bord de nos vaisseaux. L'usage qui est fait depuis quelque temps par les Américains, de l'éclairage au gaz sur quelques-uns de leurs navires, achève de dissiper ces appréhensions. D'ailleurs, pas un atome de gaz ne pourrait se répandre dans l'intérieur du bâtiment, puisque c'est en plein air, sur la dunette, que se placera le gazomètre.

Que peut-il donc arriver? Qu'il y ait fuite de gaz pendant les manœuvres par suite de sa non-inflammation? Dans ce cas, le gaz se répandrait dans l'air; il serait perdu, voilà tout.

La faculté de comprimer le gaz à dix ou douze atmosphères répond admirablement aux questions de convenance à bord des navires, Ainsi, deux cylindres en tôle de la dimension des petits barils de galère, renfermant du gaz à douze atmosphères, donnent l'approvisionnement de 720 litres de gaz. Or, il n'est pas de navire de guerre, grand ou petit, qui ne puisse, sans gêner aucunement les mouvements de l'équipage, loger ces deux petits barils sur sa dunette ou à la partie arrière de son pont. Ainsi placés, ils pourront servir longtemps à tous les besoins de la télégraphie de nuit.

En effet, la consommation d'un bec de gaz obtenu par la distillation du *boghead*, et dont l'intensité égale celle de 12 bougies, est de 30 litres par heure. Or, ces nuits sont bien rares où les besoins imprévus du service exigeront un nombre de signaux qui atteigne le chiffre 6. Donc, en admettant que chaque signal dure trois minutes, et en mettant à 15 le nombre de fois que l'on aura produit de la lumière, il est presque permis d'assurer d'avance, selon M. Trève, que la dépense n'atteindra tout au plus que 23 à 24 litres par nuit. C'est là, d'ailleurs, on doit le remarquer, la dépense la plus forte; car dans les nuits où l'obscurité est profonde, et qui sont, on le sait, les plus favorables à la visibilité des feux, il suffira bien souvent de

produire une lumière équivalant seulement à 4 ou 5 bougies; c'est ce dont on est facilement le maître en n'ouvrant le robinet que d'une faible quantité.

M. Trève conclut des calculs précédents, dont la base manque peut-être pourtant de la certitude nécessaire, que 720 litres de gaz seront, pour un navire de guerre, un approvisionnement suffisant pour son service télégraphique[1].

Si le renouvellement du gaz devenait impossible, rien n'empêcherait chaque navire de faire son gaz lui-même en l'extrayant de l'eau. Cette opération chimique est tellement simple qu'elle ne saurait occasionner le moindre embarras. Dans un cylindre de grès, de trente à quarante litres, il suffit de placer de l'eau, de la vieille ferraille ou du vieux zinc; on y ajoute de temps en temps de l'acide sulfurique, et l'hydrogène se dégage[2]. Au moyen d'une petite pompe aspirante et foulante, un homme peut comprimer ce gaz dans les petits gazomètres de la dunette. Cette opération peut s'exécuter en plein air, sur le pont, et sans le moindre danger pour qui que ce soit. Dans tout pays, on pourra trouver, si on ne les avait à bord, les matières nécessaires à la préparation de l'hydrogène.

Enfin, si cette opération n'était pas elle-même praticable à bord, et s'il y avait épuisement complet de gaz, comme on ne modifie en rien les fanaux actuels, il n'y aurait qu'à substituer à l'appareil à gaz l'ancien appareil à

1. Nous ferons remarquer qu'il serait important de munir chacun des petits barils récepteurs destinés à conserver le gaz, d'un petit manomètre de Bourdon, afin de pouvoir connaître constamment le volume exact du gaz condensé, s'assurer qu'aucune fuite n'a eu lieu, et surtout constater que le gaz ne s'est pas partiellement liquéfié par la formation de carbures d'hydrogène liquides, transformation qui a été observée par M. Faraday, en Angleterre, pour le gaz de l'éclairage comprimé à 20 atmosphères.

2. Dans ce cas, c'est-à-dire quand on ne fera pas usage de gaz d'éclairage, mais simplement d'hydrogène, c'est l'incandescence d'un petit corbillon en platine, placé au-dessus du bec, qui produirait la lumière, le gaz hydrogène pur n'étant pas éclairant par lui-même.

bougies, qui le suivra toujours ; on ferait alors les signaux selon l'ancien mode.

Après cet exposé des moyens nouveaux proposés par notre ingénieux marin, énumérons, pour résumer ce qui précède, les avantages que présenterait ce système télégraphique comparativement à celui qui est actuellement en usage.

1° L'intensité de la lumière (huile ou bougies) employée aujourd'hui à bord de nos bâtiments, est trop faible pour ne pas frapper de nullité la plus grande partie des signaux nocturnes. Ici, la source de lumière est douze fois plus intense, et de plus, la lumière est renvoyée par des verres lenticulaires.

2° Les feux d'une seule couleur se confondaient. Ici, deux fanaux qui se suivent sont nettement détachés par le fait d'une différence de couleur.

3° Par les moyens employés actuellement, il est matériellement impossible de télégraphier ; il faut seulement manœuvrer, et exposer constamment les fanaux à des ruptures pendant leurs différentes évolutions. Ici, au lieu de 120 signaux, on peut, selon M. Trève, en obtenir 342, sans employer ni les fusées, ni les feux de Bengale, et aucune rupture ou confusion des fanaux n'est à redouter.

Cinq fanaux étant hissés au commencement de la nuit, on peut les éclairer isolément ou simultanément tel nombre de fois que l'on voudra, et cela dans un laps de temps inappréciable ; on peut enfin y faire jouer la lumière, en manœuvrant cinq petits robinets, ce que peut faire un enfant. Ainsi, les hommes n'ont aucun appareil fragile à manœuvrer, puisqu'on ne leur met entre les mains que ce qu'ils ont toujours eu : cinq fanaux à hisser et cinq tubes en caoutchouc à appliquer aux robinets.

Les moyens télégraphiques proposés par M. Trève, et qu'il emprunte, comme on vient de le voir, à une science

avancée, nous semblent appelés à réaliser un progrès sérieux, à remplir une lacune qui a été bien souvent l'objet de vives préoccupations pour nos officiers généraux.

Puisque l'examen des intéressantes recherches du jeune enseigne de vaisseau, qui met si habilement à profit l'électricité et le gaz pour régénérer la télégraphie maritime, nous a conduit à traiter cette question, nous ne terminerons pas sans signaler le défaut général de la télégraphie navale auquel il importe de remédier, la grande lacune qui reste à combler dans cette partie de la tactique militaire.

Jusqu'ici, les moyens de correspondance télégraphique ont répondu, tant bien que mal, aux besoins de la marine; on ne peut se dissimuler pourtant qu'elle a, sous ce rapport, beaucoup à attendre de l'avenir. La langue des signaux de la navigation est bien incomplète, car, dans plusieurs circonstances, ni les feux, ni les sons, ni les pavillons dont elle fait usage, ne peuvent être employés. Dans le combat, par exemple, lorsque d'épais nuages de fumée enveloppent les navires; quand les mâts se brisent, entraînant avec eux pavillons, flammes et guidons; quand le bruit de la cloche, du tambour et du canon, se perd dans un effroyable vacarme, à quoi peut servir la télégraphie maritime? A rien.

Il faut donc chercher, pour ce cas, un autre genre de signaux, un moyen de transmission du son dont la portée soit très-considérable. Remettons au jour, s'il le faut, le *téléologue* des anciens, qui transportait le son à de prodigieuses distances, et que les Phéniciens et les Carthaginois, ces peuples essentiellement navigateurs, avaient emprunté aux Égyptiens. Demandons à notre puissante industrie de composer, avec l'air comprimé ou la vapeur, un instrument sonore que l'on pourrait appeler le *téléphone*. La na-

ture n'impose aucune limite à l'intensité du son dans les instruments où vibre un courant d'air ou de vapeur. En augmentant les dimensions du tuyau, l'intensité et la masse du courant fluide, il n'est pas d'effets de sonorité auxquels on ne puisse atteindre. Il n'est nullement douteux pour nous, qu'avec une chaudière émettant un jet de vapeur énorme, on ne pût composer tout un formidable orchestre, capable de dominer, par ses retentissants éclats, le bruit de l'artillerie et le fracas des batailles[1]. L'agent de

1. Un instrument de ce genre a été imaginé par M. Sudre, et essayé au mois de mai 1842, en présence de plusieurs marins distingués, entre autres, les amiraux Mackau et Hugon : M. Guérin, mécanicien, l'avait construit. C'était une sorte de porte-voix gigantesque, mis en vibration par un courant d'air comprimé, auquel on donnait issue dans quatre tuyaux, au moyen du doigt appuyé sur une touche. La puissance de sonorité de cet appareil était formidable : les sons émis auraient pu s'entendre à la distance de deux lieues. Selon M. Sudre, l'acuité extrême de ces sons dominerait le bruit de l'artillerie. Le *téléphone* proposé par l'honorable inventeur de la télégraphie musicale, répondrait donc peut-être à la nécessité dont il est question.

Dans un article du *National*, du 13 mai 1842, M. Gustave Hecquet donnait au sujet de cet instrument de M. Sudre, qui fut essayé dans la salle Herz, les renseignements que nous allons rapporter :

« Figurez-vous, dit M. Gustave Hecquet, quatre trompettes dont l'embouchure s'engage dans un tambour de cuivre, maintenu par des cercles de fer, sans doute de peur d'accident. Ce tambour, en effet, n'est qu'un réservoir qu'on emplit d'air au moyen d'un soufflet adapté à la machine. Quand le fluide sonore, accumulé dans le réservoir, y est arrivé à un degré de compression convenable, vous appuyez le bout du doigt sur une touche, il y en a autant que de trompettes, et vous entendez un son auprès duquel celui des douze trompettes de la *Reine de Chypre* ne vous paraîtrait plus que le chant d'une tourterelle. Cet instrument, que M. Sudre a appelé *téléphone*, est, sans aucun doute, le plus puissant qu'on ait jamais inventé. Nous ne l'avons entendu qu'une fois, et force nous a été de prendre aussitôt la fuite : nos fragiles organes n'eussent point résisté peut-être à une seconde épreuve.

« Ce formidable appareil est, au surplus, d'un assez petit volume ; il n'occupe que peu d'espace, et ne serait d'aucun embarras sur un vaisseau. En effet, c'est à la marine qu'il est spécialement destiné. C'est un porte-voix gigantesque à l'aide duquel un amiral pourrait, sur un espace circulaire qui aurait 3 lieues de diamètre, faire manœuvrer la flotte la plus nombreuse aussi facilement et avec aussi peu d'indé-

transmission une fois trouvé, tous les cas sont prévus, toutes les difficultés sont levées, et l'on aura ainsi complété le système des communications télégraphiques navales qui, dans l'état présent des choses, restera encore forcément incomplet, même avec l'adoption des moyens nouveaux imaginés par M. Trève et dont nous venons de présenter l'exposé.

L'administration de la marine a ordonné de soumettre à des essais attentifs l'ingénieux et savant système de M. Trève. Le port de Toulon a été choisi pour y faire ces expériences, qui permettront de prononcer définitivement sur la valeur et la possibilité pratique de ce moyen de télégraphie navale.

cision que M. le maréchal Gérard, dans la cour des Tuileries, fait manœuvrer un bataillon. Jusqu'à présent, c'est au moyen de signaux dont le sens est convenu et dont la collection forme une sorte de dictionnaire, que les vaisseaux communiquent entre eux, et qu'un chef d'escadre transmet ses ordres. Cela suffit tant que l'air est pur et que les distances ne sont pas trop grandes. Dans le cas contraire, et si l'atmosphère est troublée par de légères vapeurs ou par la fumée du canon, il arrive souvent qu'un signal n'est point aperçu ou qu'il est pris pour un autre, et l'on imagine sans peine les inconvénients et même quelquefois les catastrophes que de semblables erreurs peuvent entraîner. Que le brouillard devienne plus épais, ce qui assurément n'est pas rare, et tous les bâtiments dont se compose une division navale se trouvent, pendant plusieurs heures, dépourvus de moyens de communication et complétement isolés. Avec le langage et l'instrument de M. Sudre aucun de ces accidents là ne serait plus à craindre. Les vaisseaux qui ne se verraient plus pourraient toujours s'entendre, et le *téléphone* a des sons si aigus, si éclatants, si stridents, que ni les mugissements de la tempête, ni le fracas de l'artillerie, ne pourraient jamais complétement les couvrir.

« Au reste, c'est aux hommes spéciaux de nos armées de terre et de mer à apprécier ce nouvel instrument, et l'utilité qu'on en peut tirer. »

2

Code de signaux maritimes et télégraphie nautique polyglotte de M. de Reynold. — Avantages de ce mode de correspondance universelle. — Son adoption par les principales nations maritimes.

Nos escadres et nos bâtiments de commerce ont récemment adopté le système polyglotte de correspondance navale dû à M. de Reynold de Chauvancy, lieutenant de port. Nous entrerons avec d'autant plus de plaisir dans quelques détails sur ce sujet, que nous aurons ainsi l'occasion de faire connaître un très-important service rendu aux marines de toutes les nations par un officier français. Grâce aux efforts de M. de Reynold, à sa patience et à sa sagacité, un système uniforme de télégraphie nautique polyglotte est adopté aujourd'hui sur tous nos navires, et il a été accepté déjà par quinze nations maritimes.

Le système de communications navales employé jusqu'à ces dernières années par chacune des différentes nations des deux mondes, a consisté en signaux que l'on exécutait au moyen de pavillons de différentes couleurs. Mais il arrivait bien souvent que ces signaux se confondaient quand ils étaient observés de loin, quand le calme empêchait ces pavillons de flotter, ou quand la direction du vent les présentait à l'observateur dans le sens *debout*. M. de Reynold de Chauvancy est parvenu à substituer à tous les systèmes en usage, et en particulier au système du capitaine Marryat, de la marine anglaise, une combinaison infiniment plus commode et plus simple. Soumis à l'examen approfondi des diverses commissions supérieures du conseil des travaux de la marine, le *Code de signaux* de M. de Reynold fut adopté en 1855 par le ministre de la marine, feu M. Ducos, et, par ses ordres, rendu réglementaire sur notre flotte.

M. Hamelin, ministre actuel de la marine, par une décision du 26 juin 1855, a rendu également obligatoire, pour la marine marchande, le *Code Reynold*, adopté par son prédécesseur pour la marine militaire. Ce qu'il importait en effet, dans cette question, c'était de faire adopter la télégraphie nautique par la marine de commerce, et ce but n'aurait pu être atteint si le code de signaux dont il s'agit n'eût été rendu obligatoire à bord de tous nos navires de guerre. Bien peu de capitaines se seraient décidés à adopter le nouveau système, s'ils n'avaient eu la certitude de le voir employé par leurs confrères qu'ils rencontreraient en mer ; bien peu auraient recherché les éléments d'une langue qu'ils auraient craint d'être seuls à parler, et ainsi ce moyen de correspondance navale n'aurait pu atteindre le but d'universalité qu'il importait de lui imprimer.

C'est par ces diverses considérations que M. l'amiral Hamelin a ordonné que le Code Reynold sera désormais obligatoire à bord de tous les navires de commerce français naviguant au long cours et au cabotage, ainsi qu'à bord des bateaux-pilotes. Afin d'assurer l'exécution de cette disposition, une apostille, portée sur le rôle d'équipage, doit mentionner que le capitaine du navire est pourvu de ce Code ; en outre, le nom du navire, ainsi que celui du port d'armement, doit être inscrit sur l'exemplaire présenté.

Le ministre de la marine, après avoir arrêté en principe l'unité dans les signaux pour la marine française, s'est entendu avec son collègue le ministre des travaux publics et du commerce, dans les attributions duquel sont les ports de commerce, afin que la même uniformité fût ordonnée pour les signaux de marée. Le système proposé par la commission des phares a été reconnu le seul réglementaire, et aujourd'hui tous les ports de France ont la même manière de signaler la hauteur de la mer, de jour et de nuit ; ce système a été inséré dans le Code Reynold

Voulant poursuivre cette œuvre d'unité, M. l'amiral Ha-

melin a proposé à tous les gouvernements maritimes d'accepter le Code Reynold pour les relations internationales, et déjà la France a reçu l'adhésion de l'Angleterre, de la Hollande, de la Sardaigne, de Naples, de la Grèce, de la Belgique, de la Prusse, de la Suède, de la Russie, des républiques espagnoles, de Hambourg, en tout, de quinze nations maritimes. La traduction du Code, imprimée en anglais sous les yeux de l'amirauté, est déjà répandue à bord de ses bâtiments; d'autres traductions en italien, en allemand, en suédois, en norvégien, en espagnol, sont en cours d'exécution; sous peu, par conséquent, un bâtiment français, rencontrant à la mer un autre navire, ou approchant d'un port appartenant à l'une des nations adhérentes, pourra, sans en connaître la langue, lui exprimer ses besoins ou répondre à ses questions.

Quelques mots suffiront pour indiquer en quoi consiste le système simple et économique qui sert de base à la télégraphie navale de M. Reynold.

Le *Code Marryat*, en usage jusqu'ici en Angleterre et sur quelques grands navires de commerce de différentes nations, était par lui-même très-dispendieux; il exigeait l'emploi de séries de pavillons semblables à celles dont sont pourvus les bâtiments de l'État. Le système Reynold au contraire (qui permet d'ailleurs aussi l'emploi des pavillons réglementaires), se compose d'une série de trois signes incolores, qui ne coûte absolument rien, puisque tout navire en possède les éléments indispensables, et qui sont tout simplement : 1° un pavillon de n'importe quelle couleur; 2° un lambeau d'étoffe figurant une flamme; 3° et un objet opaque quelconque, tel qu'un ballon, une manne, un chapeau, etc. Un vocabulaire qui renferme plus de 18000 mots, permet de traduire, avec ces trois signaux, toutes les idées qui peuvent être échangées dans une correspondance.

Il est impossible de ne pas être frappé des avantages qui résultent, pour la marine et le commerce maritime, de l'adoption d'une télégraphie si simple qu'elle est à portée de toutes les intelligences, si peu dispendieuse, qu'en toutes circonstances le plus humble caboteur possède à son bord les éléments nécessaires pour la représenter, et qui, traduite dans les langues les plus usitées en marine, donnera toujours, dans toutes ces langues, au moyen d'un même numéro correspondant, l'explication précise du signal. Ainsi, en se servant de cette *télégraphie polyglotte*, un marin, à l'entrée d'un port étranger, pourra toujours faire comprendre ses besoins, et entendre ce qu'on lui demandera, sans avoir préalablement étudié la langue en usage dans ce port. Il y a loin de là à ces séries de pavillons très-dispendieuses d'achat et d'entretien, et que leur prix élevé a toujours empêché de faire admettre sur les bâtiments de commerce. Ici, au contraire, comme nous venons de le dire, les engins nécessaires à l'exécution des signaux ne coûtent rien.

Ainsi, grâce aux patients efforts de l'inventeur de ce nouveau système de télégraphie nautique, la marine de guerre et celle du commerce sont désormais unies de langage, et le problème d'une langue universelle en marine est résolu. Tout le monde comprend l'importance d'une découverte qui est appelée à rendre de si grands services, à sauvegarder la fortune de tant de maisons de commerce, et, en mille circonstances, à sauver la vie à tant de marins, qui désormais à la faveur d'un langage de chiffres unique et universel, ne formeront plus qu'une seule famille. Nous sommes doublement heureux d'énumérer de tels résultats et de constater qu'ils sont dus aux travaux d'un officier de la marine française.

3

La baie de Vulcano et son action sur les coques des navires. — Le port de Marseille. — Projet de création dans les ports d'un bassin consacré au nettoyage des coques des navires.

Dans les premières années de la guerre soutenue, il y a trente ans, par la Grèce contre la Turquie, on avait l'habitude d'envoyer dans la baie de Vulcano, à Santorin, les navires grecs dont le doublage se trouvait altéré et encroûté de matières terreuses et de coquillages, ainsi qu'il arrive toujours après un certain temps de navigation. Par un séjour de quelques heures des bâtiments dans cette baie, la croûte terreuse était suffisamment désagrégée pour qu'en frottant simplement le cuivre avec des balais, le métal se trouvât parfaitement nettoyé.

Bien que cette curieuse propriété fût connue à cette époque dans tout le Levant, on n'en tirait pas grand parti, et depuis on avait généralement cessé d'y avoir recours.

En 1856, le gouvernement grec a voulu s'éclairer d'une manière positive et obtenir des renseignements exacts sur cette curieuse propriété des eaux thermales de Vulcano. Sur sa demande, notre ministre résidant à Athènes a transmis le désir du gouvernement hellénique à M. le contre-amiral Bouët-Villaumez, en le priant de vouloir bien faire vérifier le fait par quelque bâtiment de la marine impériale.

Le résultat des essais entrepris par l'ordre de notre contre-amiral a été des plus curieux.

Dans les premiers jours de juillet, M. le contre-amiral Bouët-Villaumez donna l'ordre au *Solon*, bâtiment dont la coque est de fer et recouverte d'une couche de peinture en minium, de se rendre dans la baie de Vulcano, et d'y séjourner trois à quatre heures. La coque de ce bâtiment avait été envahie par des plantes marines et de petits coquillages qui y adhéraient avec force. Pendant son court

séjour dans les eaux thermales de Vulcano, rien ne parut se détacher de la carène du navire; les plantes marines semblaient noircir un peu, mais ni ces plantes, ni les coquillages ne se détachaient. Il en fut de même pendant le trajet du *Solon* de Santorin à la Canée et à Milo. Toutefois, arrivé à Milo, le capitaine du *Solon*, ayant fait frotter la carène avec des balais, le plus légèrement possible, afin de ne pas détériorer la couche de minium, les coquilles et l'herbe marine s'en détachèrent très-facilement, emportant de très-petites parcelles de minium par les points d'adhérence. L'expérience était concluante, car si le minium se détachait des points de la coque recouverte d'algues et de coquilles, il n'avait pas été endommagé dans les autres parties. Bref, en opérant son retour de Milo, *le Solon* constatait une augmentation de marche d'environ un nœud.

Au *Solon* succéda *le Narval*, au *Narval*, *le Prométhée*, au *Prométhée*, *la Salamandre*, et tous les capitaines de ces navires constatèrent unanimement les mêmes résultats, c'est-à-dire une augmentation de vitesse d'un mille par heure.

Le commandant de la station anglaise, ayant entendu parler de ce fait, pria notre contre-amiral de lui donner des renseignements sur les moyens à employer pour faire répéter cet essai intéressant. Deux corvettes anglaises succédèrent aux nôtres dans la baie de Vulcano, et l'effet produit sur leurs carènes, qui étaient, non en fer, mais en bois doublé de cuivre, fut reconnu le même qu'à bord de nos corvettes à carène de fer.

Les eaux de cette petite baie ont une odeur fétide. Par un temps calme, on peut facilement distinguer dans le fond les jets d'une eau rougeâtre qui s'élance entre les rochers, et qui semble indiquer qu'une action volcanique souterraine se produit dans une zone peu éloignée.

La singulière propriété de la baie de Vulcano nous paraît pouvoir s'expliquer par le dégagement qui doit se faire,

au sein de ses eaux, d'une certaine proportion d'hydrogène sulfuré, qui a pour effet de transformer en sulfure l'oxyde de cuivre et de fer qui sert de ciment à ces concrétions terreuses recouvertes de coquillages et de végétations marines. L'odeur fétide que les observateurs ont signalée comme particulière à ces parages est un indice de la présence dans l'eau, du gaz hydrogène sulfuré. Comme confirmation de cette explication théorique, nous signalerons un fait qui nous a été communiqué par M. Sainte-Preuve. On sait que les eaux du vieux port de Marseille exhalent une odeur repoussante, et des expériences directes ont appris d'ailleurs que cette fétidité résulte de la présence de l'hydrogène sulfuré libre, lequel provient lui-même de la décomposition des sulfates contenus dans l'eau de la mer par les matières organiques apportées par les eaux ménagères de la ville qui se déversent dans le port. Or, beaucoup de marins savent que le séjour des bâtiments dans le vieux port de Marseille produit sur les coques d'un certain nombre de navires une action de nettoiement très-énergique.

Ce fait, dont un excellent observateur, M. de Montlouis, capitaine de frégate, a cité depuis d'autres exemples à M. Sainte-Preuve, amena ce physicien, il y a déjà longtemps, à proposer de créer dans les ports des bassins spéciaux contenant en dissolution des agents chimiques appropriés, et susceptibles de servir à nettoyer les coques des navires. Ce projet mériterait d'être repris et étudié.

4

Le sifflet avertisseur appliqué à la navigation.

Par suite des nombreuses études faites par les navigateurs, les navires qui se rendent aux divers points du globe suivent une route parfaitement tracée, et ceux qui

partent, par exemple, du Havre ou de Liverpool pour New-York, se maintiennent presque constamment dans un même parallèle. Mais si la connaissance de ces routes est d'un immense avantage au point de vue d'une navigation directe, elle présente le grave inconvénient d'amener de fréquentes collisions, dont les conséquences sont souvent funestes.

Des mesures réglementaires ont été prescrites par les gouvernements pour garantir les navigateurs de ces fatales rencontres. Ainsi, des fanaux doivent être allumés à bord des navires pendant la nuit; ces fanaux peuvent être de diverses couleurs et disposés d'une manière unique, de manière à indiquer la marche du navire.

Mais ces fanaux, qui, dans les temps clairs, s'aperçoivent à une assez grande distance, grâce surtout aux savantes combinaisons de l'illustre Fresnel, perdent une notable partie de leur éclat dans les temps brumeux. On y supplée, dans ce cas, par le son de la cloche, par le bruit du canon; cependant le son des cloches n'a pas une portée suffisante, et dans les violentes tempêtes, il est couvert par le bruit du vent.

C'est surtout pour la navigation à vapeur que, dans ces circonstances atmosphériques extraordinaires, il serait utile de pouvoir disposer d'appareils avertisseurs d'une grande force et surtout d'une certaine durée d'action. M. Lethuillier-Pinel est parvenu à atteindre ce résultat en employant la vapeur des chaudières des navires à mettre en usage des sifflets d'une grande puissance. La vapeur, s'échappant avec force, rencontre à sa sortie une lame mince qui, la divisant brusquement, occasionne un sifflement aigu. Ces sifflets sont d'ailleurs disposés de telle sorte, qu'il est possible d'en diminuer l'effet, par l'interposition d'un disque à la sortie d'une ou de plusieurs chambres de réception.

L'appareil de M. Lethuillier-Pinel se compose de quatre

sifflets commandés par un réservoir spécial de vapeur, qui lui-même communique, à l'aide de tuyaux articulés, avec la chaudière principale, et peut être ainsi transportée à un point quelconque du navire, de manière à être ainsi à la disposition de l'officier commandant la manœuvre.

Cet appareil a été expérimenté, à Cherbourg, à bord de, navires à vapeur de l'État l'*Antilope* et *la Biche*, et les résultats de ces essais ont paru satisfaisants. On a reconnu que les quatre sifflets, fonctionnant ensemble à toute vapeur, produisaient un bruit assourdissant pour les hommes de l'équipage, inconvénient, si c'en est un, auquel on peut facilement obvier au moyen d'opercules qui peuvent à volonté diminuer l'intensité du courant de vapeur, et, par conséquent, atténuer l'intensité du bruit.

Les tentatives de M. Lethuillier-Pinel, conçues dans un but d'utilité qui est de toute évidence, méritent d'être poursuivies.

5

Les voiles de soie.

On a proposé, il y a quelque temps, l'emploi des voiles de soie pour remplacer les voiles de toile qui servent de propulseurs aux navires. Elles ont été expérimentées en 1857 sur un navire à trois mâts, *le Franklin*, de la Rochelle. Le capitaine de ce navire, M. Rodanet, a rendu un excellent témoignage de leur utilité. D'après ce capitaine, « les voiles en toile de soie réunissent force souplesse et légèreté; elles prennent moins l'eau que toutes les autres voiles, sèchent beaucoup plus vite, *conservent*, *quoique mouillées*, *toute leur souplesse primitive*, et, par quelque temps que ce soit, les hommes peuvent s'en rendre maîtres sans de grands efforts, et préfèrent carguer plusieurs fois une voile de soie qu'une seule fois celles des autres tissus. »

6

La pompe de sauvetage de M. Arnoux.

En 1857, on a vu pendant deux mois sur la Seine, à Paris, près du pont des Saints-Pères, un grand bateau porteur d'une chaudière à vapeur, et d'un mécanisme qu'un toit de planches dérobait à la curiosité des passants. Cet appareil constituait une invention nouvelle et intéressante : c'était une pompe d'épuisement destinée tout à la fois à servir de pompe de sauvetage si on la place sur un navire, où elle est capable de vider en peu d'instants les voies d'eau accidentelles, ou à être employée soit dans l'agriculture, soit dans l'industrie, pour l'objet général de l'élévation des eaux.

Imaginée par un marin marseillais, M. Louis Arnoux, cette pompe est fondée sur un principe fort simple, sinon nouveau : sur la production du vide au moyen de la vapeur introduite dans un large cylindre de tôle, et sur la condensation de la vapeur par l'irruption subite de l'eau. Cet appareil ne peut élever l'eau que jusqu'à une hauteur théorique de 32 pieds, puisqu'il fonctionne par la pression de l'air qui fait élever une colonne d'eau dans l'intérieur d'un tube fermé; c'est une sorte de *baromètre à eau*, dans lequel le vide est produit par l'afflux de la vapeur qui chasse l'air atmosphérique et en occupe la place, et qui se trouve ensuite elle-même condensée par le refroidissement.

C'est par son emploi comme pompe de sauvetage à bord des navires que l'appareil de M. Arnoux nous paraît offrir des avantages et constituer une véritable nouveauté. La rapidité avec laquelle des masses énormes d'eau sont épuisées par cette machine, est vraiment remarquable. C'est ce qu'a démontré une expérience faite le 29 avril 1857.

Le bateau amarré au pont des Saints-Pères, qui présentait 300 mètres de surface, fut rempli à 85 centimètres de profondeur, au moyen d'une ouverture ou vanne pratiquée au-dessous de la flottaison. Il fut complétement vidé en huit minutes trois secondes. On reconnut, d'après le cubage, que l'appareil avait enlevé 31 mètres cubes de liquide, soit 31 000 litres d'eau par minute.

L'appareil qui a fonctionné au pont des Saints-Pères se compose de la réunion de quatre cylindres destinés à recevoir successivement la vapeur et l'eau attirée dans leur intérieur par la condensation de cette vapeur. Des tiroirs servent à introduire successivement la vapeur dans chacun de ces cylindres,

La simplicité de construction de la pompe de M. Arnoux, l'impossibilité d'engorgement de l'appareil, qui ne renferme ni pistons ni clapets intérieurs, la facilité de son aménagement sur le pont, où elle ne réclame qu'un espace très-resserré et un tuyau de quelques centimètres de diamètre pour établir la communication des cylindres avec la chaudière, toutes ces conditions indiquent que cet appareil pourra s'appliquer avec avantage à la navigation à vapeur, en permettant, au moyen d'une prise de vapeur faite sur la chaudière du navire, de vider promptement les voies d'eau.

Mais si l'efficacité de l'appareil de M. Arnoux nous paraît établie pour le service de la navigation, ses avantages comme pompe applicable à l'agriculture ou à l'industrie sont loin d'être aussi manifestes. Nous ne croyons pas que la pompe de M. Arnoux, qui ne peut élever l'eau au delà de 32 pieds de hauteur, l'emporte sur tant d'autres appareils mécaniques qui fonctionnent avec une économie remarquable et qui peuvent élever l'eau à toute hauteur. On connaît aujourd'hui une si prodigieuse quantité d'appareils différents pour l'élévation des eaux, on a proposé, sous ce rapport, tant de combinaisons diverses; parmi

tant de systèmes qui ont été imaginés et qui reposaient sur les principes les plus rigoureux en apparence, un si grand nombre est venu échouer dans la pratique, qu'il ne faut accueillir que sous bénéfice d'inventaire toute invention nouvelle du même genre.

7

Nouveau procédé de remorquage sur les canaux; le touage Arnoux.

Tout le monde a vu fonctionner sur la Seine un système de remorquage des bateaux qui est en usage depuis deux ans, et qui a été imaginé par M. Tourasse dès l'année 1829. Une chaîne de fer est tendue sous l'eau; au moyen d'une machine à vapeur installée à son bord, le bateau qu'il s'agit de remorquer enroule cette chaîne sur un treuil placé à la proue, et la laisse ensuite retomber dans l'eau à mesure qu'elle a parcouru la longueur du bateau. C'est là un perfectionnement ingénieux de l'idée primitive et bien simple qui consiste à opérer le remorquage d'un bateau en attachant, à un point fixe à l'extrémité du parcours, une corde ou une chaîne, et à enrouler l'autre extrémité de la corde sur un treuil placé sur le bateau. Ce moyen est le meilleur à employer, quand il ne s'agit que de franchir de petites distances sur une rivière ou un canal; mais dès que la route à parcourir devient considérable, l'encombrement et l'augmentation de poids qui résultent à bord du bateau, de l'enroulement d'une grande longueur de chaîne, forcent de renoncer à ce système.

Le procédé de touage de M. Tourasse, aujourd'hui employé sur la Seine au milieu de Paris, a très-ingénieusement obvié à cette difficulté. La chaîne, entrant par une extrémité du bateau et sortant par l'autre, traversant par conséquent toute la longueur du pont, le guide et le force à suivre très-approximativement le chemin qu'occupe la

chaîne au fond de l'eau. Mais ce moyen de remorquage présente un inconvénient; il ne permet pas aux bateaux de dévier de leur route afin d'éviter la rencontre des autres embarcations. On fait à Bruxelles, depuis la porte du Rivage jusqu'au delà du pont de Laeken, l'expérience d'un bateau remorqueur qui échappe à cet inconvénient; il peut se détourner dans le sens transversal au moyen du gouvernail, à peu près aussi facilement qu'un bateau marchant en toute liberté.

L'*Ami des Sciences* a donné la description suivante de ce bateau remorqueur, qui est dû à M. Arnoux, le savant inventeur du système de chemins de fer à trains articulés.

« Le bateau remorqueur se compose de deux petits bateaux réunis solidement et laissant entre eux un chenal; au milieu de la longueur de cette ouverture, et par conséquent au centre du bateau, se trouve l'appareil moteur, qui attire la chaîne, la fait passer entre deux tourteaux de fonte armés de dents d'acier et la laisse immédiatement retomber dans l'eau.

« Cet appareil a moins d'un mètre de longueur; il résulte de là que le bateau est pour ainsi dire retenu par une espèce de pivot occupant son centre, ce qui lui permet d'obéir en toute liberté à l'action du gouvernail; et, en effet, la chaîne, en quittant le fond du canal pour venir dans le mécanisme du bateau, se déplace pour suivre tous les mouvements imprimés par le gouvernail, quelque capricieux qu'ils puissent être. C'est ainsi qu'on a pu dépasser, sans aucune difficulté, des bateaux qui étaient superposés à la chaîne de touage. »

VI

CHEMINS DE FER.

1

Le chemin de fer militaire.

Pendant la guerre de Crimée, la construction du chemin de fer de Balaclava, qui devait rendre tant de services aux armées alliées, présenta beaucoup de difficultés et surtout de lenteurs, qui étaient d'ailleurs inévitables avec le système qu'il faut suivre pour la création des chemins de fer actuellement en usage. La science ne s'était pas préoccupée jusque-là des moyens d'établir un chemin de fer à l'usage des armées en campagne pour opérer le transport rapide des hommes, des équipages, des munitions, etc. Frappé de ces circonstances, l'Empereur, avec ses profondes connaissances en mécanique, s'est occupé personnellement des moyens de résoudre cet important problème.

Le système du matériel et des trains articulés imaginé par M. Arnoux, une des belles combinaisons mécaniques de notre époque, est demeuré jusqu'ici sans application sérieuse. L'Empereur a cru y trouver les moyens de créer un chemin de fer militaire, c'est-à-dire une ligne ferrée susceptible d'être installée rapidement et de se plier aux principales difficultés des terrains. Il a donc fait appeler M. Arnoux pour mettre ses idées en pratique.

Le journal *l'Ingénieur* a donné les détails qui vont suivre à propos des dispositions qui ont été adoptées pour le chemin de fer portatif à l'usage des troupes :

« Le Creuzot, disait *l'Ingénieur*, vient de fabriquer de 4 à 500 mètres de voie-rails-Vignole entretoisés par des bandes de fer plat. L'écartement est de 1 mètre environ, le rail pèse 13 kilogrammes le mètre; il est laminé avec sa base, sur laquelle il repose.

« La voie se compose de plateaux de 2 mètres, pesant, rails et entretoises, 100 kilogrammes, et que quatre hommes peuvent facilement porter et placer.

« Cette disposition de la voie en plateaux rigides, ayant à chaque bout des rails une éclisse avec chevilles, d'un emmanchement facile et rapide, relève la destination de ce chemin de fer et le problème qu'il est appelé à résoudre. »

Ces rails-plateaux peuvent être chevillés entre eux avec une promptitude étonnante et sans aucun travail préalable. Établis dans le parc réservé de Saint-Cloud, ils dessinaient des courbes multipliées qui n'avaient pas plus de 15 à 20 mètres de rayon. Après avoir parcouru toutes les courbes possibles sur un plan horizontal, le chemin s'élevait le long d'une rampe de 5 centimètres par mètre, et gagnait ainsi le plateau supérieur du parc.

On a construit, pour rouler sur ces rails, de petits wagons articulés d'après le système de M. Arnoux. Les trois modèles essayés sont destinés au transport des troupes, à celui de l'artillerie et des ambulances. On s'est jusqu'ici servi de chevaux pour opérer la traction de ces wagons, et leur vitesse doit évidemment suffire dans beaucoup de circonstances.

On a calculé que 30 voitures du service ordinaire des équipages de l'armée pourraient porter 1 kilomètre de voie avec le matériel roulant. Un très-petit nombre d'hommes suffiraient à l'installer rapidement sur le terrain.

Après avoir été soumis, sous les yeux de l'Empereur, à

diverses expériences dans les allées du parc de Saint-Cloud pendant les mois de juillet et d'août 1857, ce chemin de fer militaire a été établi, à titre d'essai, au camp qui s'est tenu à Châlons en septembre de la même année.

Ce rail-way militaire pourra être modifié ou perfectionné; mais il a mis tout à fait hors de doute un fait capital pour l'avenir de nos armées actives : la possibilité de créer, pour l'usage des troupes, un chemin de fer au moyen d'une série de plateaux portatifs qui se posent rapidement sur le sol et permettent une traction économique et facile.

Il serait inutile d'insister sur l'importance d'une création qui permettrait à une armée en campagne d'établir, en sept ou huit heures, un chemin de fer destiné au service de ses parcs, à l'approvisionnement d'un corps de siége ou au transport des blessés du champ de bataille à l'ambulance.

Tout fait espérer que cette belle conception ne tardera pas à entrer dans la voie d'une pratique définitive.

2

Substitution de la houille au coke dans les foyers des locomotives. — Les grilles à gradins. — Locomotive fumivore par le système Duméry. — De la fumivorité en général.

L'emploi du coke pour alimenter les foyers des locomotives est une des principales causes des dépenses si considérables qu'occasionnent les moyens de traction sur les voies ferrées. L'usage de ce combustible a été imposé aux compagnies dans le seul but d'éviter aux voyageurs les inconvénients qui résulteraient pour eux de la masse de fumée qui se dégagerait d'une locomotive dont le foyer serait alimenté par de la houille.

La production de vapeur est plus rapide et plus soutenue avec la houille qu'avec le coke; de là, une plus grande

facilité pour les mécaniciens de maintenir leur allure en marche et de mieux surmonter les difficultés qui naissent parfois du mauvais temps, de l'inclinaison des rampes et de l'importance de la charge à remorquer; la marche des trains est aussi mieux assurée et la sécurité des voyageurs n'a qu'à y gagner. Un hectolitre de houille pèse en moyenne 80 kilogrammes, et un hectolitre de coke 40 kilogrammes; par conséquent, dans un même foyer, et pour une même hauteur de charge, on peut mettre en poids deux fois plus du premier combustible que du second. Avec la houille on peut donc concentrer dans le foyer une masse de combustible capable de développer deux fois autant de chaleur qu'avec le coke.

Pour rendre possible l'usage de la houille sur les chemins de fer, et réaliser ainsi une très-grande économie, il suffirait donc de prévenir la formation de cette abondante fumée qui accompagne sa combustion. Aussi, depuis un grand nombre d'années, s'est-on efforcé, en Angleterre et en France, d'imaginer des dispositions particulières pour brûler dans le foyer des locomotives toutes les matières combustibles de la houille, et empêcher ainsi la production de fumée.

Les *grilles à gradins*, imaginées en France par M. Chobrzinsky, ont résolu d'une manière assez satisfaisante ce problème si important pour les compagnies de chemins de fer. Ces grilles sont depuis quelque temps en usage sur les chemins de fer d'Orléans et du Nord. Sur cent trente quatre locomotives consacrées au service des voyageurs et des marchandises au chemin de fer du Nord, et sur quatre-vingt-trois locomotives au chemin de fer d'Orléans, on a adopté cette disposition.

La *grille à gradins* se compose de deux parties, l'une inclinée, formée de barreaux plats et larges, disposés les uns au-dessus des autres comme les marches d'un escalier, avec cette différence que l'intervalle entre deux bar-

reaux consécutifs est libre pour donner accès à l'air; l'autre horizontale, avec barreaux ordinaires placés à la suite du dernier barreau plat; le combustible couvre la grille tout entière. Chaque barreau plat avance, en projection horizontale, de quelques centimètres sur le barreau inférieur, en sorte que le combustible placé sur ce dernier se trouve retenu, et, si l'avancement est suffisant, ne peut tomber.

On comprend sans peine combien cette disposition est avantageuse pour brûler de la houille dans les foyers de locomotives. Avec les grilles ordinaires, le mouvement de trépidation continuelle et saccadée de la machine en marche contribue à briser la houille et détermine une espèce de criblage à travers la grille, dont les barreaux doivent être toujours assez espacés pour laisser passer l'air nécessaire à la combustion. Avec les grilles à gradins, on peut laisser un intervalle très-grand entre les barreaux sans que la houille tombe; il suffit pour cela d'augmenter l'avancement, ou, si l'on aime mieux, le recouvrement des barreaux. Par exemple, si l'intervalle entre les barreaux est de $0^m,04$, on portera le recouvrement à $0^m,05$; la houille ne pourrait tomber qu'en prenant un talus de $0^m,04$ sur 0^m05; or, ce talus suffit pour la retenir.

L'usure des grilles à gradins n'est guère plus rapide que celle des grilles ordinaires, et l'accroissement de dépense qui en résulte est très-faible. Quant à l'usure des tubes à fumée et des foyers, les expériences de longue haleine faites aux chemins de fer du Nord et d'Orléans ont prouvé que la houille exerce sur ces parties de l'appareil de chauffage une action moins destructive que le coke. Il est rare, avec le coke, que les tubes ne soient pas remplacés après un parcours de 125 000 kilomètres, tandis qu'avec les houilles, les tubes fournissent une carrière beaucoup plus longue, et qui, dans certains cas, a embrassé plus de 190 000 kilomètres.

Un autre avantage que présentent les grilles à gradins, c'est qu'on peut augmenter à volonté l'espace libre pour l'accès de l'air dans un foyer dont les dimensions sont données; avec les grilles ordinaires, on est limité nécessairement par l'épaisseur que doit avoir chaque barreau pour résister à l'action du feu; l'écartement entre deux barreaux successifs ne peut pas non plus être bien considérable, sans quoi le combustible tomberait: tandis que rien n'empêche d'augmenter le nombre et l'espacement des barreaux d'une grille à gradins sans changer sa projection horizontale; seulement la grille est plus inclinée. On peut donc, avec une grille à gradins placée dans un foyer étroit, faire passer une masse d'air considérable à travers le combustible, et en brûler une grande quantité. Avec les grilles construites selon ce nouveau système, quand on brûle des houilles demi-grasses, telles que celles de Charleroi et du Centre, et que le courant d'air est actif, la fumée est complétement brûlée; avec des houilles plus grasses, elle l'est seulement en partie; mais si elles ne sont pas très-fumantes, comme le sont certaines houilles de Belgique et d'Angleterre, la fumée est suffisamment brûlée.

La disposition des barreaux et la manière dont se fait le chargement expliquent cette propriété fumivore. Avant de charger, le chauffeur repousse sur les barreaux inférieurs la houille qui se trouvait sur les premiers. Or, c'est dans le bas de la grille que la combustion est la plus active; mais quand le charbon y arrive, il a déjà subi un commencement de calcination, et la majeure partie de la fumée s'est dégagée; l'air qui afflue suffit donc pour brûler la petite quantité qui se forme encore. D'autre part, la houille nouvellement chargée reste sur le devant; elle est en couche épaisse et ne se trouve en contact qu'avec une faible quantité de houille incandescente. Elle distille lentement, et la fumée qu'elle produit n'est pas assez abondante pour ne pas être brûlée complétement par l'air en excès, qui a tra-

versé les couches incandescentes de la houille déjà calcinée, accumulées dans le bas de la grille. Toutefois, si la nature de la houille est telle que, même calcinée lentement, elle produise beaucoup de fumée, il est évident que celle-ci ne sera brûlée qu'imparfaitement.

Avec des houilles peu grasses, la fumée qui s'échappe des grilles à gradins n'est jamais suffisante pour incommoder les voyageurs. Mais le bas prix des houilles de qualité inférieure engage quelquefois les compagnies à en faire usage, et alors, comme il est facile de s'en convaincre par soi-même, en se plaçant sur quelque point du trajet de la voie ferrée d'Orléans ou du Nord, la fumée qui se dégage des locomotives est très-désagréable et devient fort gênante pour les voyageurs.

Après avoir constaté le succès des grilles à gradins des locomotives, nous devons ajouter que M. Duméry, inventeur d'un excellent système mécanique de fumivorité, a réussi à rendre ce système applicable aux locomotives[1]. Le jour de l'inauguration du chemin de fer du camp de Châlons, une locomotive rendue fumivore par l'application du système Duméry a été mise en feu et soumise à l'examen de l'Empereur.

Nous ne terminerons pas sans faire remarquer que cette question de la fumivorité des foyers a été jusqu'ici l'objet d'une quantité considérable de recherches et d'études de la part des ingénieurs et des industriels de tous les pays. On a pris en France plus de cinq cents brevets, et plus de huit cents en Angleterre, pour des appareils fumivores. Les moyens les plus généralement proposés consistent à injecter de l'air chaud au milieu des produits non brûlés, ou à construire des grilles mécaniques fixes ou mobiles (telles par exemple que la grille de M. Duméry), destinées

1. Voyez pour le système de M Duméry, l'*Année Scientifique*, 1re année.

à faire passer les produits de la combustion de la houille fraîche sur la houille enflammée, de manière à brûler sur place la fumée produite par la houille nouvellement ajoutée.

Chacun de ces divers procédés a plus ou moins réussi, et son usage est plus ou moins pratique. En définitive, aucun de ces systèmes n'a paru réunir les conditions exigées, de telle sorte que l'ordonnance qui, dans le département de la Seine, prescrit aux propriétaires d'usines et de machines d'avoir à brûler toute leur fumée, n'a pu recevoir encore son exécution.

Toutefois, s'il est difficile d'obtenir une fumivorité complète dans les grands foyers des machines, ce résultat est plus aisé à atteindre dans les cheminées domestiques. Pour rendre tous les foyers à peu près fumivores, il faut augmenter les surfaces des grilles, surtout en longueur, bien conduire le feu, et charger au fur et à mesure sur le devant de la grille. Les produits gazeux combustibles passent, pour se rendre dans le tuyau de la cheminée, au-dessus des charbons rouges et se consument complétement.

3

Expériences sur les produits de la combustion dans les foyers des locomotives, analyse des gaz recueillis à différentes vitesses.

On a reconnu depuis longtemps d'une manière empirique que, dans le foyer des locomotives, une notable partie de l'air s'échappe par la cheminée sans avoir produit d'effet utile. Ce n'est que par une voie détournée, c'est-à-dire en comparant des moyennes approximatives entre la quantité de combustible brûlé par kilomètre parcouru et par kilogramme d'eau vaporisée, que nos ingénieurs étaient parvenus à constater ce fait et à mettre ainsi en évidence l'infériorité du système de combustion adopté sur

les locomotives, comparé au système employé dans les machines fixes. Mais l'analyse chimique était seule en mesure de démontrer ce fait avec rigueur, en prouvant que les gaz qui s'échappent de la cheminée des locomotives contiennent de fortes proportions d'oxyde de carbone, ce qui revient à dire qu'une partie du charbon du foyer se dégage à l'extérieur sans être brûlée, entraînant par conséquent une perte notable de combustible.

Ebelmen avait commencé, au chemin de fer de Lyon, une série d'expériences sur ce sujet. La mort prématurée de ce savant laissa ce travail incomplet : on ne put soumettre à l'analyse que les produits de la combustion du coke. Il résulta toutefois des expériences d'Ebelmen que les produits de la combustion du coke dans le foyer d'une locomotive varient considérablement selon la vitesse de la marche et selon l'épaisseur de la couche du combustible.

M. Félix Foucou, ancien officier de marine, a été récemment amené à reprendre cette question, également importante au point de vue scientifique et économique. Il avait présenté à la Compagnie du chemin de fer de l'Ouest un appareil nouveau destiné à injecter de l'aïr chaud dans le foyer de la locomotive. Mais, pour établir l'utilité de ce système, il fallait commencer par démontrer que les proportions d'oxyde de carbone qui se dégagent de la cheminée des locomotives sont, en effet, suffisantes pour dénoter une combustion parfaite. C'est dans ce but que MM. Foucou et Amigues se sont livrés, entre Paris et Chartres, sur une machine à marchandises, à une série d'expériences ayant pour but d'étudier les produits gazeux de la combustion de la houille.

L'appareil qui a servi à recueillir les gaz de la cheminée, se composait d'un long tube de laiton placé sur le trajet des fluides élastiques qui s'échappaient du foyer, c'est-à-dire dans un des tubes à fumée, à 1 m 50 du foyer ; il se terminait par un tube de caoutchouc de 7 à

8 mètres, qui conduisait les gaz dans un petit flacon à deux tubulures communiquant avec un aspirateur de la capacité de 11 litres. Tous les flacons étaient, au fur et à mesure de l'épuisement de l'aspirateur, bouchés sous l'eau avec des bouchons à l'émeri.

C'est ainsi que, depuis le repos et les moindres vitesses de la locomotive, jusqu'aux vitesses des trains-postes, et même au delà, il a été possible aux expérimentateurs de recueillir un assez grand nombre de flacons de gaz pour représenter toute la série des divers états gazeux par lesquels passe l'air de la combustion.

Nous ne donnerons ici que quelques-unes de ces analyses, qui ont été faites sous la direction de M. de Luca :

	Repos.	18 kil.	40 kil.
Acide carbonique.......	11,15	14,20	17,05
Oxyde de carbone......	7,24	4,75	2,10
Hydrogène............	1,35	0,15	0,05
Oxygène..............	4,20	4,45	1,95
Azote................	74,00	76,40	78,80
Carbures d'hydrogène...	2,06	05	05
	100,00	100,00	100,00

A une vitesse de 50 kilomètres, les gaz recueillis dans la cheminée ont présenté la composition suivante :

Acide carbonique........	17,45
Oxyde de carbone........	1,80
Hydrogène..............	0,40
Oxygène................	2,70
Azote..................	77,65
	100,00

Aux vitesses moyennes des trains de marchandises entre 20 et 25 kilomètres, l'acide carbonique est environ 15, et l'oxyde de carbone varie entre 4 et 5.

Ces analyses établissent cette loi générale, qui n'avait pas encore été formulée, à savoir qu'à la vitesse de 50 ki-

lomètres à l'heure, *la combustion est d'autant plus parfaite que la vitesse du convoi est plus grande.* Mais, selon M. Foucou, au delà de cette limite, cette loi se renverse, et l'on observe au contraire que *la combustion est d'autant plus imparfaite que la vitesse du convoi est plus grande.* Ainsi avec une vitesse de 65 kilomètres, l'acide carbonique redescend à 16,50 et l'oxyde de carbone remonte à 2,46.

Ce résultat est assez curieux pour mériter l'attention. Il démontre que c'est dans les très-grandes vitesses de marche que la combustion ne s'accomplit pas d'une manière avantageuse. Il y aurait donc utilité à modifier le système actuel de manière à obtenir l'entière combustion de l'oxyde de carbone qui, dans ces circonstances, s'échappe sans être détruit, entraînant ainsi une perte notable de charbon. En faisant usage, comme le propose M. Foucou, d'une injection d'air chaud dans le foyer, on aurait l'avantage, tout en brûlant l'oxyde de carbone, d'empêcher la production de fumée dans les locomotives alimentées par la houille.

VII

TÉLÉGRAPHE ÉLECTRIQUE.

1

Le télégraphe transatlantique. — Exposé des travaux qui ont précédé sa construction. — Trajet de la ligne sous-marine. — Détails sur l'exécution du câble conducteur. — Opération du dévidement et de la pose du fil télégraphique. — Sa rupture; abandon momentané de l'entreprise.

Les prévisions heureuses que l'on avait conçues généralement du succès de l'entreprise grandiose consistant à unir les deux mondes par un fil télégraphique sous-marin, ont été tristement démenties. Le 4 août 1857, pendant la difficile opération de son dévidement et de sa pose au fond des eaux de l'Océan, le câble s'est inopinément rompu; trois cents milles de câble ont été perdus en un instant, et ce triste événement a contraint de renoncer, pour cette année, à la réalisation de cet admirable projet. Les intérêts de la science et ceux de la civilisation sont trop étroitement liés à cette œuvre gigantesque pour qu'il nous soit permis de passer sous silence aucun des détails qui l'ont signalée avant le moment cruel qui lui a porté un dénoûment si regrettable. Nous allons donc présenter le récit circonstancié de tous les travaux préliminaires qui ont concouru à préparer l'exécution du télégraphe transatlantique.

C'est en 1855 que fut arrêté le projet définitif pour

l'union télégraphique sous-marine de l'Europe et du Nouveau-Monde. Le succès de la ligne télégraphique de Douvres à Calais, en 1850; l'établissement d'un câble sous-marin entre l'Écosse et l'Irlande, entre l'Angleterre et la Hollande; l'heureux résultat des travaux entrepris pour relier par le même moyen la France à la Corse et à la Sardaigne; enfin le conducteur télégraphique si facilement, si promptement jeté à travers la mer Noire, en 1855, de Varna à Sébastopol, pendant la guerre de Crimée; diverses expériences faites en Angleterre et en Amérique sur la possibilité de transmettre l'électricité à de prodigieuses distances sans déperdition du fluide pendant le trajet; l'habileté des ingénieurs auxquels les opérations étaient confiées; les ressources considérables dont disposait la compagnie concessionnaire; enfin l'appui constant et sans réserve des gouvernements d'Angleterre et des États-Unis, tout se réunissait pour faire espérer le succès complet d'une entreprise si éminemment utile aux intérêts des deux mondes.

Le premier soin dut consister à fixer sur la carte le trajet qu'aurait à suivre le fil transatlantique. Sur cette première et importante question les hésitations ne furent pas longues. Il fut décidé que la ligne télégraphique serait jetée entre l'Irlande et l'île de Terre-Neuve, au nord de l'Amérique. Ce sont là, en effet, les deux points les plus rapprochés entre l'ancien et le Nouveau-Monde. L'Irlande est déjà en communication télégraphique avec l'Angleterre, qui, elle-même, est unie au continent par des câbles électriques entre Douvres et Calais d'une part, Douvres et Ostende de l'autre. Quant à l'île de Terre-Neuve, elle est, depuis 1856, soudée aux États-Unis par un câble électrique de 136 770 mètres de long, immergé dans les eaux du Saint-Laurent. Une communication établie entre l'Irlande et l'île de Terre-Neuve devait donc réunir les deux mondes par la voie la plus courte et la plus directe.

Mais cette ligne n'était pas seulement la plus courte, elle était aussi la plus sûre pour installer au fond de la mer le futur conducteur télégraphique. Grâce aux sondages opérés en 1853 par le lieutenant Maury, savant ingénieur de la marine américaine, il était déjà reconnu qu'entre l'Irlande et l'île de Terre-Neuve, il existe un plateau presque continu, qui a reçu depuis le nom de *plateau télégraphique*, et qui semble avoir été disposé par la nature pour la destination spéciale de donner abri à un fil conducteur sous-marin. En effet, ce plateau n'est pas situé à une profondeur assez grande pour opposer des difficulté sérieuses à la pose du fil, et il en a cependant assez pour empêcher que les montagnes de glace qui se détachent quelquefois du pôle, ou les courants sous-marins, puissent déranger le câble une fois posé. On avait constaté, en outre, que les débris terreux, ramenés par la sonde sur tout le parcours de ce plateau, se composaient de coquillages fort délicats et de fossiles dans un si parfait état de conservation, qu'il était évident que nul courant ne parcourait ces basses régions, de telle sorte que le fil conducteur, immergé sur ce fond tranquille, serait à l'abri de tout accident.

A la fin de l'année 1853, de nouveaux sondages furent pratiqués sur le trajet de la future ligne sous-marine par les soins du gouvernement des États-Unis. Le lieutenant Berrymann trouva que la profondeur moyenne des eaux sur tout le parcours, variait de 1828 mètres, près des rivages de l'Irlande et de Terre-Neuve, à 3782 mètres au milieu. Or, cette profondeur ne dépasse pas celles que présentent divers points des lignes de télégraphie sous-marine qui fonctionnent aujourd'hui.

D'après le lieutenant Berrymann, la profondeur de l'Océan, sur le fond dont nous parlons est d'une régularité remarquable. Elle varie, à partir de l'Irlande, entre 400 et 700 brasses anglaises, arrive à 1518 brasses, atteint son

maximum à 2170 brasses anglaises (deux milles anglais et demi), à 50° 30′ de latitude nord sur 32° 30′ de longitude est de Greenwich, s'élève ensuite régulièrement jusqu'à 1100 brasses, et suit, en s'approchant des côtes de Saint-Jean, les variations qu'elle éprouve près des côtes d'Irlande.

Ce trajet entre l'Irlande et l'île de Terre-Neuve ayant été définitivement adopté, il restait à fixer le point de départ de la ligne sur chacun des deux rivages d'Amérique et d'Europe. Il fût arrêté que la ligne partirait de *Valentia*, sur la côte ouest de l'Irlande, pour aboutir à *Saint-Jean* (Terre-Neuve). La longueur totale de la distance qui sépare ces deux points est de 2640 kilomètres, ou 1640 milles anglais (660 lieues terrestres de 4 kilomètres).

Pour parer à toutes les déviations de route auxquelles on devait s'attendre pendant la pose du conducteur télégraphique, il fut décidé que la longueur totale du câble électrique destiné à relier ces deux points, serait de 2550 milles.

Une seule fabrique n'aurait pu parvenir à exécuter dans le temps voulu un câble télégraphique d'une pareille étendue. La construction en fut donc partagée entre l'usine de MM. Glass et Eliot, à Greenwich, et celle de M. Newal, à Birkenhead. Ces deux manufactures s'engagèrent à fournir, pour le mois de juillet 1857, les 1250 milles de câble électrique.

Le câble transatlantique ne présentait ni l'énorme volume ni la résistance que l'on a cru devoir donner à ceux qui unissent l'Angleterre à la France ou à la Hollande. En raison du peu de profondeur de la Manche, on a été obligé, pour relier électriquement l'Angleterre et la France, de construire un cable épais et solide, capable de résister aux ancres des navires qui pourraient le rencontrer, et aux courants capables de le déranger. Les câbles télégraphiques déposés au fond de la Manche ou de la mer

du Nord contiennent cinq ou six fils séparés, afin de pouvoir expédier en même temps des messages distincts. Mais construits de cette manière, ils sont d'un poids énorme et d'une assez grande rigidité ; il aurait été impossible, dans ces conditions, de transporter au milieu de l'Océan et de dérouler avec facilité un câble d'une immense étendue. D'ailleurs, une fois les côtes franchies, le câble transatlantique n'a plus besoin d'être protégé contre les accidents par sa force et son épaisseur. Reposant à de grandes profondeurs dans l'Océan, il y demeurera à l'abri du choc des ancres et de l'agitation des eaux.

Le fil conducteur du câble transatlantique est donc unique. Seulement, pour qu'il puisse s'étendre sans se rompre, il est composé de sept fils unis fortement ensemble et entrelacés de manière à former un seul cordon métallique de 1/16 de pouce d'épaisseur. Trois enveloppes de gutta-percha recouvrent ce fil ; elles sont elles-mêmes enveloppées de corde goudronnée. Enfin, une dernière enveloppe est formée d'un fil de fer de l'épaisseur d'une aiguille, tordu autour du câble, à raison de 133 milles par mille.

Le diamètre total du câble est seulement d'un peu moins d'un demi-pouce d'épaisseur, et c'est peut-être, disons-le en passant, à cette exiguïté, qui lui ôtait beaucoup de sa résistance, qu'il faut attribuer le fait malheureux de sa rupture, qui a eu lieu pendant l'opération de son dévidement.

Quant à la résistance qu'il peut offrir, elle se résume en disant qu'il peut supporter un poids d'environ quatre tonnes.

En raison de la plus grande profondeur d'eau qui existe au milieu de la route sous-marine, on avait armé le câble avec plus de force en son milieu. En ce point, où il devait résister à un effort considérable, on avait remplacé les fils de fer extérieurs par des fils d'acier ; et des précautions du

même genre avaient été prises pour les extrémités de la ligne qui devaient être exposées aux atteintes des ancres des navires.

Nous n'entrerons pas dans la description des machines et des dispositions ingénieuses qui ont servi à mener à bonne fin l'œuvre difficile de la confection de ce merveilleux fil conducteur, que les usines de Greenwich et de Birkenhead ont terminée en une seule année. Nous dirons seulement, pour donner une idée des prodiges que l'industrie anglaise a exécutés à cette occasion, que la masse de fil de fer nécessaire pour la confection du câble a été telle, que toutes les fabriques de fil étiré des Trois-Royaumes ont à peine suffi aux besoins de ce travail. Toute la gutta-percha alors disponible en Angleterre a été absorbée pour cet ouvrage colossal. On a calculé qu'en superposant les lames successives de gutta-percha qui entrent dans la composition du câble transatlantique, on obtiendrait une longueur de 64 millions de mètres, c'est-à-dire plus d'une fois et demie la circonférence de la terre. On a encore trouvé qu'en mettant bout à bout les fils de fer composant l'enveloppe, on arriverait à une longueur de 124 000 lieues, c'est-à-dire environ une fois et un tiers la distance de la terre à la lune, qui est de 96 000 lieues.

Selon l'engagement qui en avait été pris, les 2550 milles de câble télégraphique étaient prêts dans les derniers jours du mois de juillet, et l'on s'occupa aussitôt de les installer à bord des deux navires chargés de les déposer au fond de l'Océan. La portion de câble qui sortait des ateliers de MM. Newal, à Birkenhead, fut transportée à bord du *Niagara*; la partie préparée par MM. Glass et Eliott, à Greenwich, fut placée sur *l'Agamemnon*. Mais les deux navires qui furent chargés d'exécuter cette entreprise sont bien dignes d'une mention spéciale.

Le Niagara, frégate à hélice des États-Unis, est le plus

grand navire de cette classe qui ait encore été construit. C'est une des douze frégates à vapeur qui ont été commandées par le congrès des États-Unis pour répondre à l'accroissement considérable qu'ont pris dans ces dernières années les constructions navales de la France et de la Grande-Bretagne. Le constructeur, M. Steers, avait quatre obligations à remplir : il devait faire du *Niagara* une bonne canonnière, un navire supportant bien la mer, un bon voilier et un bon steamer. Le résultat a répondu à ces exigences du programme. *Le Niagara* est, au dire des Américains, le meilleur voilier du monde, il est un excellent steamer, il tient parfaitement la mer, et présente toutes les qualités voulues pour le combat. Sa vitesse moyenne est de neuf nœuds. C'est le plus vaste bâtiment de la flotte américaine, et le plus grand des vaisseaux de guerre, sans en excepter même les vaisseaux anglais. Il jauge 5200 tonneaux; sa longueur totale est de 375 pieds, largeur extrême 16 pieds 6 pouces, profondeur de cale 32 pieds 6 pouces; il jauge 2000 tonneaux de plus que *l'Himalaya*, le plus grand vaisseau de flotte anglaise. La disposition de l'ensemble de son appareil à vapeur et du mécanisme destiné à mettre en action l'hélice répond à ce que la science a réalisé jusqu'ici de plus satisfaisant pour ce double résultat.

Une seconde frégate, *la Susquehanna*, avait été expédiée par le gouvernement des États-Unis pour aider *le Niagara* dans l'accomplissement de son œuvre.

L'Agamemnon est une frégate anglaise qui a figuré dans la guerre d'Orient. Deux autres frégates de la marine britannique devaient concourir avec *l'Agamemnon* au placement sous-marin des 1250 milles de câble dont le premier navire était porteur. L'escadrille destinée à l'accomplissement de cet important travail était, en résumé, composée de cinq navires : *le Niagara*, *l'Agamemnon*, *la Susquehanna*, *le Léopard* et *le Cyclope*.

Dans les premiers jours de juillet, *l'Agamemnon*, chargé de la première portion du câble, et *le Niagara*, chargé de la seconde moitié, se réunirent dans le port de Queenstown, en Irlande, pour gagner ensuite, de conserve, la rade de Valentia, lieu définitif du départ, le lieu d'arrivée étant la rade de la Trinité, à Terre-Neuve. Il avait été arrêté d'abord que ces cinq navires se rendraient ensemble dans l'Atlantique jusqu'au milieu de la distance entre les deux continents; que là ils se sépareraient, et que tandis que *le Niagara* et *la Susquehanna* navigueraient vers Terre-Neuve, *l'Agamemnon*, *le Léopard* et *le Cyclope* reviendraient à Valentia; chaque vaisseau faisant immerger de son côté le câble entassé dans sa coque. Mais, toutes réflexions faites, les directeurs de l'entreprise pensèrent qu'il valait mieux commencer à dérouler le câble à partir de l'Irlande, de telle manière qu'étant sans cesse en communication avec Londres, le capitaine de *l'Agamemnon* pût tenir les directeurs au courant des progrès de l'entreprise. C'est, en effet, de cette manière, qu'il fut procédé à l'opération de la pose du fil électrique au fond de l'Océan.

Dans la matinée du jeudi 30 juillet, *l'Agamemnon* vint mouiller à 500 mètres environ du *Niagara;* avant midi, il fit parvenir à bord du *Niagara* un des bouts de son câble, en même temps que ce dernier lui expédiait un des bouts du sien. On joignit alors les bouts des deux câbles sur *le Niagara*, de manière à former un seul conducteur dont la longueur totale était de 2500 milles (4000 kilomètres ou 1000 lieues), et dont les deux extrémités se trouvaient à bord de *l'Agamemnon*.

Avant de commencer l'opération de la pose du fil, on jugea indispensable de s'assurer du bon état, de la parfaite conservation du câble, et en même temps de constater, une fois de plus, par avance, que l'électricité se transmettait à travers et malgré son immense étendue. On mit donc l'une de ses extrémités en communication avec l'appareil

générateur du courant électrique, l'autre extrémité avec un galvanomètre très-sensible; on ferma le circuit; le galvanomètre dévia tout aussitôt. Ainsi la conductibilité et l'isolement du câble ne laissaient rien à désirer, et il était établi que l'électricité franchirait sans obstacle toute l'étendue qui sépare l'Amérique de l'ancien monde.

Mesurée au magnéto-électromètre de M. Witehouse, l'action électrique, exercée à la seconde extrémité du câble, était représentée par l'attraction ou le soulèvement d'un poids de 25 grains (1 gramme .625) : et comme il suffit d'une attraction de 0 gr. 2 pour produire un signal intelligible sur l'appareil récepteur, il fut démontré par là que, même après avoir parcouru cette immense longueur, le courant aura beaucoup plus d'intensité qu'il n'est nécessaire pour une correspondance télégraphique.

Ayant constaté, de cette manière, l'excellence du fil conducteur et la facilité qu'il offrait pour transporter le fluide électrique à l'extrémité de ce parcours immense, afin de continuer le même genre d'essais, on mit le lendemain les deux câbles en communication avec la terre par une de leurs extrémités, les deux autres extrémités étant unies, l'une à un manipulateur, l'autre à un récepteur, et l'on fit passer des signaux, comme sur une ligne télégraphique ordinaire. On remarqua alors qu'il fallait un certain temps, un temps même relativement assez long (une seconde trois quarts) pour que le courant arrivât d'une extrémité à l'autre. Mais on s'assura bientôt que l'on pourrait néanmoins envoyer trois signaux parfaitement intelligibles en deux secondes, ce qui suffit certainement dans la pratique, ou pour les besoins d'une correspondance journalière et régulière.

Le vendredi 31 juillet, l'escadrille arrivait à Valentia. On s'occupa aussitôt de choisir sur la côte un point favorable pour l'attache du fil sur le littoral, et ce point ayant été trouvé à 4 kilomètres de Cahircween, la grande opéra-

tion du dévidement et la pose du fil sous-marin put commencer. En présence et avec le concours du lord-lieutenant d'Irlande, le câble fut fixé au sol irlandais; la flottille prit aussitôt le large, et, s'avançant vers l'Amérique, elle commença à dérouler et à laisser tomber dans les profondeurs de l'Océan le fil merveilleux destiné à servir de lien entre les deux mondes.

C'est ici le lieu de donner quelques détails sur la manière dont on a effectué jusqu'ici le déroulement des câbles télégraphiques à bord des navires qui ont été chargés de ce travail. Le moyen qui a été adopté pour cette partie des opérations avec le câble transatlantique diffère, en effet, de ceux qui ont été employés jusqu'à ce jour, et il importe de faire ressortir en quoi cette différence consiste.

Pour produire l'immersion du câble, la partie la plus difficile de l'établissement d'un télégraphe sous-marin, voici comment on a toujours procédé. Le câble, disposé en rouleau à fond de cale, passe sur un grand tambour, autour duquel il fait plusieurs tours; il glisse sur l'avant, et tourne ensuite sur une roue placée à l'arrière, d'où il tombe au fond de l'eau. On fait communiquer l'extrémité du fil avec un appareil télégraphique, et, pendant tout le temps que dure le travail, on peut correspondre avec le point de départ et s'assurer de l'état de la partie plongée.

Mais ce procédé est défectueux pour plusieurs raisons : 1° le câble s'use par le frottement contre les bords de la roue et la muraille du bâtiment; 2° tant que la profondeur reste à peu près la même, le mouvement des tambours se règle avec des freins, et le déroulement du fil s'opère facilement; mais dans certaines vallées sous-marines très-profondes, le câble tire avec une force égale au poids de la partie suspendue; alors, si le changement de niveau est subit, il entraîne avec une effrayante rapidité la portion qui reste sur le navire, et les freins sont alors impuissants

pour arrêter ou régler le mouvement. C'est à un accident de ce genre que fut due la rupture du câble conducteur que l'on essaya, pour la première fois en 1855, de placer entre la Sardaigne et l'Algérie; 3° les anneaux du câble se superposent sur les cylindres, et causent un entortillement nuisible à sa solidité; 4° enfin, la grande chaleur développée par le frottement des différentes parties de la machine et du câble, exige le concours d'un nombreux personnel pour refroidir l'appareil en l'humectant d'eau d'une manière continue.

Le moyen qui a été employé à bord de *l'Agamemnon* et du *Niagara*, et qui a été imaginé par MM. Rankine et Thompson, obvie à la plupart des inconvénients ou des dangers qui viennent d'être signalés. En voici le résumé succinct, que nous empruntons à un article publié, dans le *Musée des sciences*, par M. Eugène Dorville, attaché à la direction générale des lignes télégraphiques au ministère de l'intérieur :

« Pour rendre impossible l'entortillement des circuits du câble, les inventeurs, dit M. Eugène Dorville, emploient, au lieu de cylindres pleins, des cylindres pourvus de canaux circulaires, séparés les uns des autres, d'une longueur et d'une profondeur égales au diamètre du câble à enrouler. Une bande d'acier enroulée en spirale autour de chaque cylindre vient marquer l'espace correspondant à chaque circuit du câble, et en régler l'écartement. Les tambours sont placés verticalement pour recevoir le câble, qui vient, en s'entre-croisant, s'engager dans leurs cavités, disposition qui le met dans l'impossibilité de filer ou de glisser. Ces tambours sont assez élevés au dessus du pont du bâtiment pour permettre l'immersion directe du câble dans la mer, sans le faire passer par la roue d'avant du procédé ordinaire.

« Pour régler la vitesse d'immersion, les freins concentriques aux cylindres sont mis en communication avec un fort corps de pompe, qui déverse, par un orifice d'un diamètre déterminé, de l'air, un liquide ou un gaz quelconque, ordinairement l'eau dans laquelle doit plonger le câble.

« En faisant varier l'orifice d'une manière convenable, la

résistance exercée par le fluide comprimé, et conséquemment la force qui agit sur les pistons des pompes, peut être d'une intensité assez considérable pour régler, dans des proportions données, et même rendre nulle la vitessse du mouvement de rotation des cylindres, et par suite celle de l'immersion du câble. Le calorique développé par le frottement des diverses parties de la machine est absorbé en même temps par le fluide du corps de la pompe. Les parties de la machine ne sont échauffées à la sortie du liquide que d'une manière insignifiante.

« Une petite machine à vapeur met tout le système en mouvement. Les inventeurs emploient deux corps de pompe dont le jeu est réglé de telle manière que, lorsque le piston de l'un est au sommet de sa course, le piston de l'autre se trouve au milieu ou au plus bas de sa course. »

C'est dans ces conditions que l'on commença, le 31 juillet, à opérer le dévidement et la pose du câble sous-marin. Un léger accident vint interrompre l'opération dès son début. L'escadrille n'était qu'à 4 milles de Valentia, lorsque le câble, ayant accroché une pièce de la machine à dérouler, se rompit. Tout aussitôt, les embarcations des navires se rendirent près de la côte, et on s'occupa à retirer de la mer la partie submergée, qui fut soudée dans la même journée à la portion restée à bord du *Niagara*. Cette soudure parfaitement exécutée, et le câble présentant toute la solidité qu'il avait avant l'accident, l'escadrille reprit sa route et l'on recommença à déposer le conducteur au fond de la mer.

C'est le mardi 4 août que se produisit le regrettable accident de sa rupture ; l'escadrille se trouvait déjà à la distance de 260 à 280 milles de Valentia lorsqu'il arriva. Il était quatre heures de l'après-midi, la mer était forte, le vent soufflait du sud, et le navire filait de 3 à 4 nœuds. Mais le câble déviait beaucoup, et, entraîné par un courant sous-marin dont on ne soupçonnait pas l'existence, il se déroulait à raison de 6 et même de 7 nœuds, c'est-à-dire avec une vitesse hors de proportion avec la vitesse du bâ-

timent; aussi en avait-on déjà immergé une longueur de 380 milles nautiques pour un parcours de 280 milles. Comme cette déviation dépassait toutes les prévisions, on voulut la diminuer en modérant la chute du câble; à cet effet, on resserra les freins, qui furent portés à une pression de 3000 livres anglaises. C'est dans ce moment que le câble se rompit.

La profondeur de la mer était très-considérable au point où l'accident s'est produit; elle était de deux mille brasses. En même temps, le courant sous-marin qui entraînait le câble lui faisait faire, avec la direction du navire, un angle de déviation très-étendu; il résultait de là qu'une longueur énorme de câble se trouvait suspendue au milieu des eaux, sans toucher le fond; c'est l'énormité de son propre poids, qu'il avait dès lors à supporter, qui a déterminé la rupture du câble; c'est le cas d'une corde qui, tendue par ses deux extrémités, se brise, quand ses dimensions en longueur dépassent une certaine limite, parce qu'elle ne peut plus supporter son propre poids.

Il sera possible, dans une autre tentative, de parer à l'accident qui s'est produit; il faudra diminuer, en ce point du trajet de la ligne, la vitesse de déroulement du câble. Quoi qu'il en soit, cette opération est forcément remise à une année : son succès n'est nullement compromis, d'ailleurs, par cet accident fortuit, et rien ne sera négligé par l'industrie humaine pour vaincre la résistance que la nature oppose à l'entière réalisation de cette entreprise admirable.

2

Le télégraphe méditerranéen ; pose du câble sous-marin de la Sardaigne au littoral de l'Afrique.

Après le pénible échec du télégraphe transatlantique, on a appris avec un vif bonheur le succès de l'entreprise

du même genre qui consistait à relier l'Europe et l'Afrique par un conducteur électrique sous-marin. Confiée aux soins d'ingénieurs habiles et expérimentés, la pose du conducteur au fond de la Méditerranée, par des hauteurs d'eau souvent très-considérables, a parfaitement réussi. Quelques détails sur les circonstances qui ont accompagné cette opération ne seront pas de trop dans cet ouvrage.

On sait que la ligne de télégraphie électrique destinée à relier l'Europe et l'Afrique française a été précédemment établie entre la France, la Corse et la Sardaigne. Pour achever l'œuvre, il restait à continuer le conducteur depuis Cagliari à la pointe méridionale de la Sardaigne, jusqu'à la côte de Bône, sur le littoral africain. La distance entre ces deux points est de 150 milles marins. Cette opération, déjà tentée deux fois, avait deux fois échoué, et nous avons raconté dans le volume précédent de l'*Année scientifique* les circonstances qui marquèrent la triste issue de cette tentative, faite au mois d'août 1856. Enfin, à la troisième tentative, la patience et l'industrie humaine ont triomphé de tous les obstacles.

Au lieu de dérouler le câble conducteur, en partant de la Sardaigne, comme on l'avait fait dans les deux premiers essais, on a cette fois choisi la côte d'Afrique comme point de départ. Le câble qui fut perdu en 1856 était du poids de huit tonnes par mille; on a réduit ce poids à six tonnes et demie environ par mille, ce qui, joint au perfectionnement qui avait été apporté au mécanisme destiné à opérer l'immersion, et à l'habileté avec laquelle les manœuvres ont été exécutées, a considérablement facilité la tâche des opérateurs. Des difficultés importantes existaient d'ailleurs sur le trajet de cette longue ligne sous-marine, car les travaux d'exploration et de sondage, faits par M. Delamarche, ingénieur hydrographe, avec un navire français, ont démontré que le lit de la Méditerranée

présente, sur cette distance, comparativement courte, de 150 milles, des profondeurs et de brusques inégalités aussi considérables que les vallées sous-marines les plus basses et les plus escarpées que l'on rencontre dans l'océan Atlantique. Pendant plus de la moitié du trajet, la profondeur de l'eau est de 2 milles à 2 milles et demi, et sur l'autre moitié le lit de la mer s'élève brusquement à un demi et un quart de mille. Le fond de la Méditerranée est formé d'un calcaire coquillier tendre, qui ressemble à celui de la Manche, entre Douvre et Calais, et constitue une surface excellente pour recevoir et conserver le câble électrique.

Les opérations commencèrent le lundi 1er septembre et furent terminées en quelques jours. MM. Newal, ingénieurs anglais, dirigeaient les manœuvres. Parmi les membres de l'expédition, chargés d'assister et de concourir aux travaux, étaient le chevalier Bonelli, directeur général des télégraphes des États sardes ; M. Siemens, directeur des télégraphes de la Prusse ; M. Brainville, représentant de l'administration télégraphique française ; et M. W. Brett, concessionnaire de la ligne et le créateur de la télégraphie sous-marine en Europe.

Le câble télégraphique de Cagliari à Bone est formé, comme celui de la Corse à Spezzia, auquel il fait suite, de quatre fils de cuivre, protégés par une enveloppe convenable, et pouvant servir par conséquent à expédier quatre messages à la fois par le même conducteur.

M. Bonelli, directeur général des télégraphes sardes, qui a pris une grande part à l'opération importante dont nous parlons, a publié une relation très-circonstanciée de cet événement important pour la science et pour la société. Nous reproduirons ici le récit donné par cet habile physicien ; il présente un grand intérêt, tant au point de vue scientifique que pour les résultats immenses qui doivent résulter de la réunion, aujourd'hui ac-

complie, de l'Afrique à l'Europe par un conducteur sous-marin.

« C'est le 30 août, à neuf heures du matin, dit M. Bonelli, que le paquebot de la marine royale, *le Mozambano*, mis par le gouvernement à la disposition de l'entreprise, sortit du port de Gênes, emportant M. Newal, chargé de la pose du câble, M. Liddle, ingénieur, son compagnon, M. Siemens, physicien distingué, directeur des télégraphes en Prusse, M. Bonelli et quelques autres personnages de distinction. Le 1er septembre, à sept heures et demie du matin, on arriva à Cagliari, où l'on décida de rester jusqu'au lendemain à cinq heures de l'après-midi. Chemin faisant, on avait appris de MM. Newal et Liddle que le câble chargé sur *l'Elba* mesurait une longueur de 147 milles, étendue qui paraissait tout d'abord insuffisante pour une ligne sous-marine de 125 milles, présentant en divers points de grandes profondeurs, atteignant parfois 2800 mètres. Aux observations de M. Bonelli à ce sujet, les ingénieurs anglais répondaient qu'un excédant de 22 milles leur paraissait suffisant, et que le câble, dont ils avaient calculé le poids spécifique, en même temps que la résistance de l'eau, lors même qu'il serait abandonné à lui-même, n'aurait jamais pu descendre au fond avec une rapidité de plus de 2 milles à l'heure; ils ajoutaient que la vélocité du navire qui le laissait tomber étant beaucoup plus grande, le câble n'aurait jamais le temps de descendre assez profondément pour qu'on en perdît une grande partie.

« Malgré le côté rassurant de ces réponses, le directeur des télégraphes sardes insista, et conseilla aux ingénieurs anglais de choisir de préférence la ligne de Spartivento à Galita, et de là à la Calle, d'où l'on aurait pu établir un télégraphe ordinaire jusqu'à Bône. La distance du cap Spartivento à Galita n'étant que de 85 milles, on avait la certitude que les 147 milles du câble seraient plus que suffisants. Et il n'en était pas resté pour le court trajet de Galita à la Calle, qui n'est que de 15 milles, on aurait pu, sans difficulté, différer de quelques semaines la suite de l'opération. Les entrepreneurs se rangèrent à cet avis; mais comme ils étaient obligés, aux termes de leur traité, à établir une communication sous-marine directe entre Spartivento et Bône, il fallut demander au gouvernement français l'autorisation de changer cet itinéraire primitif, et de faire aboutir le câble à la Calle ou au cap Rosa. Le gouverne-

ment français, consulté par voie télégraphique, répondit immédiatement qu'il fallait absolument que Bône fût en communication directe et *sans interruption* avec Cagliari par un câble sous-marin. Il fallut donc en revenir à la première ligne tracée.

« Le paquebot *l'Ichnusa* fut détaché à Bône pour faire de nouveaux sondages le long de la route, et partit le 2 septembre, à cinq heures, tandis que *le Monzambano* se dirigeait vers le cap Spartivento pour connaître et déterminer le point d'attache, et de là sur Galita et Bône où il arriva le 4 septembre, à six heures trente minutes du matin. Trois heures et demie après arrivait *l'Ichnusa*, ayant fait les sondages nécessaires, qui se trouvèrent conformes à ceux indiqués sur la carte française.

« Dans la rade de Bône attendait *le Brandon*, aviso à vapeur de la marine impériale française, ayant à bord M. de La Marche, ingénieur hydrographe, chargé de rendre compte au ministre de la marine de l'issue de l'opération. L'administration des télégraphes français avait envoyé à Bône un inspecteur chargé d'assister à la pose du câble.

« Le 4 septembre, MM. Newal et Liddle fixèrent au pied du fort Gênois le point d'attache du câble. On décida que la plage serait reliée au fort par un fil électrique. Le 5, à une heure après midi, arriva le paquebot à hélice *l'Elba*, bâtiment de 1000 tonneaux, ayant à bord le câble sous-marin. Ce câble était de deux diamètres différents, par suite de la grosseur différente du fil de fer qui en formait l'armature extérieure. La partie destinée à être placée près de la côte, plus exposée aux chocs et aux secousses, ayant besoin de plus de résistance, a un diamètre de 25 millimètres; la partie du milieu n'a que 20 millimètres de diamètre. Le câble est formé de quatre fils isolés au centre par de la gutta-percha, entourés de fils de fer roulés en spirale. Le poids total de l'appareil était de 350 tonnes.

« La description suivante donnera une idée des moyens employés pour organiser la descente du câble dans la mer. A peu près au milieu du bâtiment, au fond de la sentine, était placé un grand cylindre de bois terminé en cône à sa partie supérieure. Autour de ce cylindre, le cable s'enroulait en spirales concentriques; comme l'extrémité du câble, en se déroulant, aurait à chaque instant changé de position, on avait disposé, pour le diriger toujours verticalement, à peu de distance des spirales et à des hauteurs diverses, une série de forts anneaux de fer à diamètre décroissant, suspendus par des cordes, et

formant ainsi au-dessus des spirales une sorte d'entonnoir flexible de tous côtés. L'extrémité du câble, maintenue par les anneaux, sortait par le plus petit, enfilait un autre anneau, passait sous un gros canal à arc de cercle et sur une sorte de longue gouttière à plans inclinés, en sorte que la pression croissant selon le principe du coin, il se produisait un frottement très-fort. Le câble passait ensuite entre deux poulies à axes parallèles qui l'amenaient sur un plan contre lequel il pouvait être serré par un levier que l'on pouvait manœuvrer avec la main.

« Au sortir de ce frein, le cordon s'enroulait sur une grande roue de 2 mètres 50 centimètres de diamètre, sur laquelle il faisait six tours. Mais, comme en se déroulant d'un côté et s'enroulant de l'autre il aurait produit l'effet d'une vis, et aurait eu une tendance à s'accumuler sur l'un des côtés, on avait posé sur la roue, de distance en distance, de forts ressorts qui maintenaient le câble au milieu de la roue. Cette roue était étreinte par une lame de fer fixée d'un côté, et de l'autre attachée à un levier, formant ainsi un frein très-puissant, tout à fait semblable à celui qui s'adapte aux grues et aux machines du même genre.

« Un compteur, placé sur l'axe de la roue, indiquait le nombre de ses tours et fractions de tour, en même temps que la longueur du cordon déroulé. Au-dessus de la même roue était une longue caisse à fond troué, dans laquelle une petite pompe, mue par la vapeur, jetait continuellement de l'eau retombant en pluie, afin d'empêcher que le câble et la roue ne s'échauffassent par le frottement. En sortant de la roue, le câble passait dans une gaîne garnie de fer à la poupe du bâtiment, pour tomber de là dans la mer. Les deux freins dont nous avons parlé devaient servir à ralentir et à régler le déroulement du câble. En outre, on ajouta à cet ingénieux mécanisme un appareil inventé sur les lieux mêmes par M. Siemens, et construit sous sa direction, destiné à mesurer et à régulariser l'action des freins.

« Le 7 septembre, on construisit le télégraphe électrique qui reliait la plage au fort Gênois ; les marins sardes traînèrent à terre l'extrémité du câble, qui fut mise en communication avec deux fils de la ligne provisoire du fort.

« A huit heures et demie du soir, *l'Elba* partit, précédé de *l'Ichnusa*, qui le dirigeait dans la route à suivre pour aller au cap Spartivento, et remorqué par le *Monzambano*, une commu-

nication télégraphique ayant été préalablement établie entre les deux paquebots par deux fils recouverts de gutta-percha, et longs de 120 mètres chacun. *Le Brandon* venait ensuite. On avait laissé au fort Gênois, pour correspondre avec *l'Elba*, l'inspecteur M. Bernardi et un employé de M. Siemens. On marcha toute la nuit avec une vitesse de quatre milles seulement à l'heure, parce que les ouvriers étaient continuellement occupés à couper, au fur et à mesure que le câble se déroulait, quelques cordes qui attachaient les spirales, et l'on craignait qu'en marchant plus vite, surtout la nuit, on ne laissât pas aux ouvriers assez de temps pour faire cette opération, et qu'ils fussent entraînés par le câble.

« D'ailleurs, MM. Newal et Liddle n'osaient pas serrer trop les freins, craignant la rupture du câble qui leur paraissait déjà suffisamment tendu; la quantité immergée était déjà plus grande que le chemin parcouru; le matin du 8 septembre à six heures et demie, on n'avait parcouru que 45 milles, et on avait employé 60 milles de câble. On accéléra un peu la marche du navire, qui fit alors 6 milles à l'heure; mais, comme on rencontrait des profondeurs de plus de 2000 mètres, on continuait à consommer 7 milles de câble par heure. A midi, on était arrivé à 6°,04 de longitude et 37°,50 de latitude, c'est-à-dire que l'on avait parcouru 65 milles et consommé 90 milles de câble. Ce résultat parut si peu avantageux que l'on résolut de gagner au plus tôt les bas fonds, et les bâtiments furent dirigés vers le cap Teulada, en même temps que l'on mettait tout en œuvre pour ralentir la descente du câble. A 3 heures de l'après-midi, on dut accélérer encore la marche du *Monzambano*, qui fut portée à 7 milles par heure; en même temps on serrait beaucoup les freins, le câble était énormément tendu et on avait réussi à rendre la perte à peu près nulle.

« A 7 heures 45 minutes du soir, il ne restait plus à dérouler que la partie du câble de 25 centimètres de diamètres destinée à être fixée près de Spartivento. *L'Elba*, débarrassé d'une grande partie de son poids, cessa d'être remorqué par *le Monzambano*, et navigua seul jusqu'à 9 heures et demie du soir, heure à laquelle il s'arrêta pour le reste de la nuit, afin de laisser reposer son équipage. On était à 9 milles du cap Teulada, et l'opération pouvait être considérée désormais comme assurée.

« Le 9 septembre au matin, après que l'on eut ajouté au câble

principal un câble plus petit à un seul fil, chargé à bord en prévision d'un accident, *l'Elba* partit seul et se dirigéa à pleine vapeur sur le cap Teulada. A midi et demi, à 2 milles du cap, le petit câble se rompit; on sonda le fond, et l'on ne trouva que 40 brasses. Alors *l'Elba*, après avoir relevé avec soin la position où il se trouvait, arbora les drapeaux sarde, français et anglais. MM. Newal et Liddle déclarèrent qu'ils allaient partir au plus tôt pour Marseille et se rendre en Angleterre, afin d'achever la ligne au mois d'octobre, quand ils auraient posé l'autre câble entre Malte et Cagliari. A 5 heures et demie, *l'Elba* partit, saluant les autres bâtiments d'une salve d'artillerie, pour se rendre à Cagliari, où l'on s'arrêta une journée, et de là à Gênes, où l'on débarqua le 13 septembre, à 8 heures 50 du matin. »

Bien que dans l'opération décrite avec détails par M. le chevalier Bonelli, on n'eût pas réussi, faute d'une longueur suffisante de câble, à atteindre la côte d'Afrique, et que l'on eût été contraint de suspendre l'achèvement de la ligne jusqu'à l'expédition faite d'Angleterre du complément de câble nécessaire pour atteindre l'Afrique, il était certain que l'entreprise avait abouti, car le câble était fixé assez solidement pour attendre sans danger la dernière portion qui lui manquait. En effet, le 31 octobre, le bâtiment envoyé d'Angleterre ayant apporté le supplément de câble attendu, cette portion fut réunie et soudée au conducteur principal, et l'on atteignit ainsi le rivage de Bône, ce qui complétait définitivement la liaison électrique de l'Afrique et de l'Europe.

On doit s'occuper maintenant de prolonger les fils du télégraphe électrique par voie de terre le long de l'Égypte, afin de pousser les communications jusqu'aux frontières des Indes. Aucun obstacle sérieux ne s'oppose à l'exécution de ce beau projet, et tout annonce qu'avant peu de temps on recevra instantanément à Londres des nouvelles de l'Inde, grâce à ce merveilleux moyen de communication.

3

Le pantélégraphe de M. Caselli.

Un professeur de Florence, l'abbé Giovanni Caselli, s'est occupé, après d'autres physiciens, de réaliser l'application la plus extraordinaire qui ait été faite jusqu'ici de la télégraphie électrique. Bien que son appareil soit loin de suffire aux exigences de la pratique et que son application nous paraisse bien difficile à des distances un peu considérables, il mérite au moins d'être exposé et décrit.

Le *Pantélégraphe* ou *télégraphe photographique* de M. Caselli a pour objet de transmettre, au moyen de l'électricité, le *fac-simile* exact de toute écriture, autographe ou dessin. Depuis le mois de juillet 1856, les journaux scientifiques italiens ont parlé à diverses reprises de l'appareil de M. Caselli, et la *Bibliothèque universelle de Genève* a publié un mémoire de l'auteur sur ce sujet. On trouve dans un recueil italien, l'*Almanach étrusque*, la courte description qui va suivre du télégraphe de M. Caselli.

« Cet instrument consiste, dit *l'Almanach étrusque*, en un pendule métallique qui se balance horizontalement, et auquel est attaché un autre indicateur métallique mû par les oscillations du pendule, qui, à chaque oscillation, tombe légèrement. Devant cet indicateur est placée une surface sur laquelle s'écrit la dépêche. Lorsque le pendule oscille, l'indicateur passe le long de cette surface autant que le permet l'oscillation, et passe ainsi sur tous les points de l'écriture qui se trouvent sur la ligne de son passage. L'indicateur, descendant à chaque oscillation d'une fraction de millimètre, doit, dans les excursions successives, rencontrer tous les points de la surface sur laquelle il manœuvre, ou sur toute la superficie couverte par la dépêche. Ceci se passe dans le bureau de transmission.

« Nous allons maintenant pénétrer dans celui de réception.

Ici un pendule vertical, muni également d'un indicateur métallique horizontal, accomplit un pareil nombre d'oscillations dans le même temps. L'indicateur, qui, à chaque oscillation, avance sur toute la longueur du pendule dans la même proportion que le pendule de l'autre bureau, passe sur une surface couverte de papier chimique préparé pour la reproduction de l'autographe. L'écriture, sur la surface où le message est d'abord transcrit, se produit avec une encre isolante, tandis que la surface elle-même est conductrice.

« Il est clair alors que l'indicateur métallique du premier pendule, en passant sur chaque point de l'écriture, sera soumis à une interruption du courant dont l'effet sera représenté par un signe coloré sur le papier préparé placé dans le bureau de réception. C'est ainsi que, par l'isochronisme des oscillations du pendule, on obtient la reproduction identique de l'écrit. »

L'appareil de M. Caselli peut fonctionner sans doute dans une chambre, c'est-à-dire à travers une très-petite distance; mais il nous paraît bien difficile qu'il puisse manœuvrer entre deux points un peu éloignés, en raison de la presque impossibilité d'assigner à deux pendules distants un mouvement absolument égal. On s'était déjà occupé du problème difficile qui consiste à faire reproduire à distance, par l'électricité, les signes de l'écriture ou du dessin. Il n'est point établi que M. Caselli l'ait résolu mieux que ses devanciers.

4

Le télégraphe électrique et la pêche du hareng.

Le télégraphe électrique se démocratise. Consacré, dans l'origine, à être l'instrument exclusif des communications du gouvernement dans la plupart des pays de l'Europe, il a été mis plus tard à la disposition du public habitant les grandes villes, d'abord dans les centres importants de population, c'est-à-dire pour le riche et le bourgeois, enfin dans tous les lieux indifféremment. Voici maintenant que

d'humbles pêcheurs vont être appelés à tirer un avantage direct de cette invention, et c'est certainement pour la première fois que l'on songe à faciliter les opérations de la pêche par l'application de l'électricité.

Dans les *fiords* de la Norvége, où la pêche du hareng est le principal moyen d'existence de populations entières, il arrive souvent que les bandes de harengs se présentent à un moment tout à fait inattendu, et dans des points de la côte où il ne se rencontre pas quelquefois plus d'un ou deux bateaux pêcheurs. Avant que les bateaux des baies et des *fiords* environnants aient pu être appelés à prendre part au butin, les harengs ont déjà presque tous déposé leur frai et ont regagné la pleine mer.

Pour prévenir ces désappointements souvent répétés et les pertes qui en résultent pour les pêcheurs, le gouvernement norvégien va établir, sur une étendue de 200 kilomètres le long de la côte fréquentée par les bancs de harengs, un câble sous-marin, avec des stations à terre, à des intervalles suffisamment rapprochés et communiquant avec les villages habités par les pêcheurs. Dès que le banc de harengs sera aperçu au large (et on peut toujours le reconnaître à une certaine distance par le flot qu'il soulève), une dépêche télégraphique, expédiée le long de la côte, fera savoir à chaque village la baie dans laquelle le hareng aura pénétré.

Ainsi, les découvertes de la science moderne peuvent tourner au profit direct des plus pauvres habitants de notre globe : ce caractère fait leur importance et leur grandeur.

VIII

LINGUISTIQUE.

1

De la phonotypie, ou représentation du langage par des caractères.

Trois principes essentiellement distincts ont présidé à l'invention de l'écriture. Ces trois moyens de peindre la pensée ne sont pas le produit de modifications successives, car ils ont pris naissance dans des contrées différentes. L'écriture a été *symbolique* chez les Égyptiens, *idéologique* chez les Chinois, *phonétique* chez les Phéniciens.

L'écriture phonétique, c'est-à-dire celle qui représente les sons, a été admise dans la civilisation européenne comme la plus simple, comme paraissant appelée à s'identifier avec la parole pour ne former avec elle qu'une seule et même langue.

Cependant les inventeurs de notre écriture ont appliqué avec si peu d'intelligence le principe de la représentation des sons par les signes écrits, que l'on trouve le même son représenté, dans notre alphabet, par un très-grand nombre de signes différents; il nous suffira de dire, par exemple, que Volney a compté trente-sept manières différentes d'écrire le son *an*[1]. D'un autre côté, le même signe

1. Dans la phrase suivante, on trouve six mots différents ayant la

exprime souvent des sons divers. Il résulte de là que, tout en n'ayant qu'une seule et même langue sous le rapport des mots et de la construction des phrases, nous en avons deux en réalité ; nous sommes obligés successivement d'apprendre à prononcer et à écrire chaque mot, de telle sorte que, par le fait, notre écriture est idéologique, car elle ne représente pas des sons précis, mais bien des pensées distinctes.

Destutt de Tracy, avec sa logique parfaite, avait reconnu ces vices de l'alphabet français, et les faisait ressortir dans les termes suivants :

« Ces alphabets sont devenus, disait-il, un assemblage fortuit de pièces de rapport prises çà et là, et réunies sans plan, sans vues et sans système. Tantôt un caractère manque, et on en réunit plusieurs pour exprimer une seule voix et une seule articulation ; tantôt le même caractère a successivement plusieurs valeurs. Quelquefois une voix ou une articulation n'a point de signes ; d'autres fois on peut la rendre de cinq ou six façons différentes.... En un mot, nos alphabets, vu leur défectuosité et le mauvais usage que nous en faisons, c'est-à-dire nos vicieuses orthographes, méritent encore à peine le nom d'écriture, Ce ne sont réellement que de maladroites tachygraphies, qui figurent tant bien que mal ce qu'il y a de plus frappant dans le discours et en laissent la plus grande partie à deviner, quoique souvent elles multiplient les signes sans utilité comme sans motif. »

De ces défectuosités de notre alphabet résultent les conséquences suivantes :

1° Un vague déplorable dans la langue parlée, qu'il est impossible de fixer par des signes certains et définitifs, et

même prononciation. « *Cinq* cordeliers *sains* de corps et d'esprit, et *ceints* de leur cordon, portaient dans leur *sein* le *seing* du *saint* père. » Un philologue prétend avoir trouvé 1736 combinaisons pour écrire le mot *tocsin*, 5184 pour le mot *séraphin*, 4608 pour le mot *civilisé*, et 72 576 pour le mot *sincérité*, le tout sans altérer la prononciation voulue.

dont les sons exacts ne peuvent être transmis que par la tradition orale. Aussi la prononciation varie-t-elle suivant les provinces et les familles;

2° Un travail très-long et très-compliqué pour apprendre à lire, puisque plusieurs lettres peuvent se pronencer de différentes manières; et un travail plus long encore pour apprendre à écrire, puisqu'il faut, entre les nombreuses manières d'exprimer le même son, suivre strictement celle adoptée par une aveugle et impérieuse routine. En sorte que, pour lire et écrire, il ne faut pas seulement connaître les lettres, mais bien la prononciation et l'orthographe de chacun des mots de la langue, ce qui est un obstacle insurmontable à l'instruction du peuple;

3° Un double travail pour ceux qui, parlant une autre langue, veulent parler et écrire le français, et qui, ne pouvant pas s'aider de l'étude faite dans nos livres, doivent apprendre à la fois notre langue écrite et notre langue parlée;

4° Enfin, une augmentation dans la dépense du temps et dans les frais à faire pour tout ce qui s'écrit et s'imprime, attendu qu'une méthode irrationnelle étant nécessairement plus compliquée que toute autre, il s'ensuit que notre orthographe emploie une quantité de signes qui excède d'un quart, ou même d'un tiers, celle qui serait nécessaire.

Créer une écriture nouvelle, qui aurait pour caractère de représenter exactement la prononciation de la langue, ce serait donc réaliser un progrès immense, qui permettrait de répandre l'instruction littéraire dans les masses, de populariser à l'étranger la langue française, et de procurer à la nation une économie considérable.

C'est ce qu'a entrepris un linguiste distingué, M. Adrien Féline, qui depuis trente ans s'est consacré à la tâche spéciale de réformer notre orthographe et notre écriture. La même tentative avait été faite précédemment par divers

grammairiens, par Buffier, Dumarsais, Duclos, Condillac, Beauzée, Bailly, Voltaire, etc. Sans vouloir décider si le système proposé par M. Féline est supérieur aux différents projets de réforme qui ont été mis en avant par ces divers auteurs, nous allons essayer de faire connaître ses idées à ce sujet d'après ses publications récentes[1].

Le système employé par M. Féline pour réformer notre alphabet et notre écriture, consiste dans l'application rigoureuse du principe de l'écriture phonétique, c'est-à-dire de la représentation absolue des sons par les mots.

Le premier soin de l'auteur, pour parvenir à représenter rigoureusement les sons de la parole humaine par des mots, a dû consister à soumettre à une étude approfondie les divers sons que la voix peut émettre. Nos savants ont profondément étudié les phénomènes de l'acoustique; ils connaissent parfaitement les rapports des tons qui composent l'échelle musicale et les lois physiques qui les régissent. Mais il est, relativement aux sons, un point de vue d'un haut intérêt, qui est généralement négligé : c'est l'étude des formes variées que peut leur donner la voix humaine, et dont nous nous servons pour composer le langage.

Savart et divers autres physiciens ont étudié, sous le rapport physiologique, l'appareil vocal de l'homme; mais ils n'ont pu réussir à assimiler cet instrument admirable à aucun des instruments musicaux que nous connaissons. Dans une séance de l'Institut, un honorable académicien donnait lecture d'un Mémoire qui débutait ainsi :

« Les savants ne sont pas d'accord sur le véritable mécanisme de l'organe de la voix. »

Un de ses collègues, l'interrompant, lui dit :

« Pardon, si je vous arrête, cher confrère, mais on ne

1. *Dictionnaire de la prononciation de la langue française indiquée au moyen de caractères phonétiques* précédée d'un Mémoire sur la *Réforme de l'Alphabet*, par Adrien Féline. 1 vol. in-8. — *Manuel de la Prononciation française en anglais et en allemand*, 2 vol. in-12, 1857.

peut pas dire que les savants soient divisés sur cette question, car j'ai prouvé, dans le 17e volume des *Mémoires de l'Académie de Berlin*, que la voix est l'analogue d'un instrument à vent. »

Mais un autre académicien, se levant aussitôt, s'exprima ainsi :

« Je serais désolé de contredire mon savant confrère, mais il ne peut ignorer que j'ai établi, dans le 21e volume des *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, que l'organe vocal est un instrument à cordes. »

Un troisième académicien, c'était l'illustre Savart qui s'est immortalisé par ses recherches sur l'acoustique, prenant à son tour la parole, laissa tomber ces mots :

« On ne peut plus mettre en doute, d'après mes travaux, que la glotte du larynx humain fonctionne par le mécanisme des instruments à anche. »

Dès lors, le premier académicien, reprenant son manuscrit, relut, à la grande hilarité de l'assemblée, la phrase de début de son mémoire :

« Les savants ne sont pas d'accord sur le véritable mécanisme de l'organe de la voix. »

Ce n'était là que l'expression d'une vérité incontestable. On ne peut assimiler à aucun instrument connu l'organe de la parole humaine. D'une part, la voix humaine est véritablement la seule qui puisse articuler des sons bien nets et bien distincts ; car les perroquets et les automates n'en donnent que des imitations très-peu satisfaisantes. D'autre part, la netteté des sons émis par la voix humaine est en raison de la supériorité intellectuelle qui distingue les nations. Cette netteté est-elle le résultat de la supériorité des races, ou provient-elle, comme tout ce qui constitue le langage, de la supériorité de la civilisation ? C'est ce que nous ne saurions décider.

Sans entrer dans ces études physiologiques, et sans chercher comment se forment les sons, il serait du moins

assez naturel de les reconnaître et de les constater. C'est ce que font bien peu de personnes. Nous parlons presque tous sans nous être demandé combien de sons entrent dans la constitution de notre langue. Obéissant à cette singularité de l'esprit humain, qui n'aime à alimenter sa curiosité qu'avec ce qui est loin de lui; semblables à l'astrologue qui, en examinant les astres, se laisse choir dans un puits, nous négligeons l'étude des choses qui nous sont les plus familières et pourraient nous être les plus utiles.

C'est à cette étude particulière, et si peu abordée jusqu'ici, que s'est consacré M. Féline.

Négligeant la critique à laquelle se sont livrés tant de grammairiens et de philosophes, depuis Silvius et Ramus jusqu'à Marle et Marrast, sur la pauvreté de notre alphabet et la bizarrerie de notre orthographe, M. Féline a procédé, comme on le fait en toute science, c'est-à-dire par voie d'analyse et de synthèse.

Il s'est d'abord demandé en quoi et comment les sons qui constituent le langage peuvent varier, se modifier et se distinguer les uns des autres. Il a reconnu qu'ils étaient susceptibles de six sortes de modifications différentes; que la parole se composait du son, du bruit, du temps, du ton, de l'accent et du timbre. Le langage repose sur la faculté toute particulière à l'homme de pouvoir produire des sons et des bruits différents et distincts les uns des autres; nous les appelons voyelles et consonnes.

Les sons ou voyelles sont susceptibles de force et de portée; ils peuvent faire vibrer les corps à l'unisson. Chaque langue en a un certain nombre. On les distingue en voyelles aiguës, graves ou nasales.

Les bruits ou consonnes se classent d'abord en *explosantes*, *sifflantes* et *roulantes*; puis en *labiales*, *dentales*, etc.; puis enfin en *fortes*, *douces* et *très-douces* ou *nasales*. Elles n'ont ni portée ni durée, et ne peuvent s'entendre distinctement que jointes à une voyelle.

Les voyelles, soit isolées, soit jointes à une ou plusieurs consonnes, composent les syllabes, qui forment les mots.

La durée plus ou moins longue que l'on donne à la prononciation des voyelles ou des consonnes, constitue les brèves ou les longues. Il est des langues modernes dans lesquelles cette différence est tellement marquée, qu'on indique les brèves et les longues par des lettres différentes. Cette différence est moins sensible en français, et pourtant le sens des mots change quelquefois en raison de la longueur ou de la brièveté d'une voyelle. Citons par exemple : *tous, il tousse ; une boîte, il boite ; elle, aile ; m, il aime.*

Le ton de l'échelle musicale établit aussi une différence dans le langage, soit par le chant, soit par un récitatif qui marque l'intention. Il est des langues, telles que le suédois et le chinois, où le sens des mots ne se distingue que par la note. La langue chinoise, par exemple, dont les mots sont monosyllabiques, et par suite en nombre insuffisant, distingue ses nombreuses homonymies en les prononçant sur quatre tons différents, probablement ceux de l'accord parfait.

L'intensité avec laquelle on appuie sur certaines syllabes constitue avec le ton ce que l'on nomme l'accent des différentes provinces ou des nations. Le français a l'immense avantage de n'avoir aucun accent. Toutes les syllabes y doivent être prononcées sur le même ton et avec la même intensité, sauf l'expression que l'on veut donner au discours.

Enfin, le timbre est le propre de chaque voix comme de chaque instrument.

Si, après ces considérations générales, nous examinons le point où en est la prononciation française, nous reconnaîtrons que tout y est vague ; que l'on confond les longues avec les graves, les brèves avec les aiguës ; qu'il est plusieurs voyelles et consonnes admises par les uns, rejettées par les autres ; que souvent nous articulons les

mots différemment les uns des autres, ou d'une manière indistincte, ne sachant pas bien nous-mêmes quels sons nous voulons produire. De telle sorte que notre langue, si bien arrêtée quant à la syntaxe et au sens des mots, est indéterminée quant à la prononciation; c'est-à-dire qu'elle est à l'état de patois.

M. Féline, après avoir constaté tant de divergences et d'incertitudes, a compris qu'il fallait d'abord étudier, non sur l'alphabet, mais par l'audition, les sons qui constituent la langue française. Après un long travail, et après avoir consulté des personnes compétentes, MM. Mérimée et de Saulcy, il est arrivé à constater l'existence de quinze voyelles et de vingt et une consonnes. Ces quinze voyelles sont les deux *a* de *la* et *las*, *ma* et *mât*, plus la nasale *an*; les deux *e*, fermé et grave, *é* et *è* ou *ê*; la longueur seule établit la différence entre ceux-ci; l'*e* muet, qu'il nomme sourd, de *je*, *te*, n'admettant pas que celui qui est réellement muet soit un son; l'*i* et l'*in*; les deux *o* de *rosse* et *rose*, et sa nasale *on*; l'*u*, l'*ou*, et la nasale *un*.

Pour représenter ces quinze voyelles en s'éloignant le moins possible de l'écriture usuelle, M. Féline a pris un seul signe qui n'est même pas nouveau, c'est l'*epsilon* grec (ε), pour représenter l'*e* sourd. Ayant ainsi six voyelles fondamentales, il a représenté les voyelles graves avec un accent, en considérant *eu* comme le grave de ε, *ou* comme le grave de *u*, et indiquant les quatre nasales par la voyelle soulignée.

Pour les consonnes, le travail était plus facile. Il a d'abord supprimé les doubles emplois qui se rencontrent dans notre alphabet; puis il a introduit l'*l* souligné pour représenter l'*l* mouillé ou *ill*; le *g* souligné pour le *gn*, et l'*h* pour le *ch*. Enfin, il admet trois lettres qu'il appelle consonnes-voyelles, qui remplacent les trois voyelles *i*, *ou*, *u*, lorsqu'elles doivent former diphthongues; car il a remarqué qu'il ne peut y avoir deux voyelles dans une seule émis-

sion de voix, et que la première, prononcée brièvement, se transformait en consonne. Il a admis les signes déjà usités, *y* et *w* pour l'*i* et l'*ou* consonne; il n'a pas encore de signe différent pour l'*u* consonne.

Une difficulté très-grande se présentait pour les consonnes finales, qui ne se prononcent que pour lier les deux mots, et les *e* muets, qui ne se prononcent, au contraire, que pour empêcher la liaison. M. Féline n'écrit ces lettres que quand on doit les prononcer, et, pour ne pas changer la forme du mot, il l'en sépare par un trait d'union.

Voici un échantillon de cette écriture, qui montre que tous les sons sont parfaitement représentés :

Notr-ɛ pêr ki êt-z ô syê, kɛ votr-ɛ no̱ swa sa̱ktifye, kɛ votr-ɛ rêḡ ariv, kɛ votr-ɛ volo̱te swa fêt sur la têr kom ô syêl. Done nû-z ôjûrdui notr-ɛ pi̱ kotidyi̱ e pardone nû nô-z ofa̱s kom nû pardono̱-z a sê ki nû-z o̱-t ofa̱se. Nɛ nû lese pâ suko̱be-r a la ta̱tâsyo̱, mê delivre nû du mal. I̱si swa-t il.

L'auteur avait ainsi terminé la première partie de sa tâche. Il avait créé une écriture réellement phonétique, pouvant rendre, d'une manière précise, toutes les variétés de la prononciation, et très-supérieure assurément à celle donnée par Ramus et ses autres devanciers, qui n'avaient fait que des essais. Mais nous sommes dans un siècle où chaque création, chaque découverte scientifique sollicite une application utile. M. Féline a donc été amené à tirer parti de son alphabet et à en faire des applications pratiques.

La première de ces applications a consisté à indiquer d'une manière exacte, dans les dictionnaires, la prononciation de la langue française.

Il est incontestable que nous sommes très-peu avancés

à cet égard, et que la prononciation est encore dans un état complétement vague ou indéterminé. Est-ce à dire pourtant que l'on n'ait fait aucun progrès? Nous ne le prétendons pas. La connaissance et l'usage de la lecture et de l'écriture ne permettent plus aux personnes un peu lettrées de faire ces transpositions ou suppressions de consonnes si fréquentes jadis et que font encore les enfants et les illettrés, qui disent *guernadier* pour *grenadier*, des *abres* pour des *arbres*, *mecredi* pour *mercredi*; mais on confond constamment les voyelles aiguës avec les graves, les consonnes fortes avec les douces. Or, dans ce débat, il est impossible de dire qui a tort et qui a raison. L'audition, si fugitive et si restreinte, est le seul guide en ces matières, en sorte qu'aujourd'hui chaque province, chaque village, chaque famille, chaque individu a sa manière de prononcer certains mots, sans que personne puisse faire autorité. Bien plus, il est des mots, et d'ailleurs fort usités, à l'égard desquels nous ne connaissons pas bien la prononciation que nous employons. Prononçons-nous *erop*, *érop* ou *europ? nej* ou *nêj*, *solda* ou *soldâ*, *brayêt* ou *brêyêt*, *desir* ou *désir? absant* ou *apsant? subziste* ou *supsiste; égise* ou *éguise*, *Achéron* ou *Akéron; mó* ou *mot*, *fé* ou *fêt*, etc.

On ne peut certes disconvenir que ce vague, cette ignorance, ne maintiennent le français à l'état de patois. Ainsi, tandis que nous avons la prétention de donner notre langue comme la plus belle des langues modernes, tandis que nous espérons la faire admettre comme universelle par les savants et les négociants de tous les pays, comme elle l'est déjà par les diplomates, nous sommes forcés de reconnaître que sa prononciation, livrée à l'arbitraire de chacun, est dans un véritable état de barbarie. Les Athéniens, si amoureux d'une pure diction, s'ils entendaient nos orateurs gascons et normands, prononçant le français chacun à sa manière et défendant leur dire, n'auraient-ils pas le droit de nous traiter de barbares? Que penserait

l'académie des Précieuses, qui aimaient tant le beau langage, et qui lui ont fait faire de si grands progrès, si elles voyaient que depuis le XVIIe siècle nous sommes restés stationnaires sur ce point?

On comprend si bien, d'ailleurs, la nécessité d'arrêter notre prononciation, que jusqu'à ce jour tous les auteurs de dictionnaires se sont efforcés de l'indiquer; mais il suffit de consulter ces recueils pour reconnaître qu'ils y ont fort mal réussi, faute d'un instrument d'une exactitude suffisante.

M. Féline a donc publié un *Dictionnaire de la prononciation* indiquée avec les caractères phonétiques de son invention, et si tous les mots n'y sont pas écrits d'une manière satisfaisante pour tout le monde, cela ne tient pas à l'écriture phonétique, qui a, au contraire, le mérite de faire ressortir les différences d'opinions, et permet d'établir la controverse. En outre, il a publié récemment un *Manuel de la prononciation française* à l'usage des Anglais et des Allemands qui savent déjà notre langue. Beaucoup de Français pourraient le consulter avec profit. Ce Manuel contient de la prose et des vers; de telle sorte que l'on peut y juger de la différence qui existe entre la prononciation du style familier et celle du style soutenu. Cette différence consiste en ce que plus le style s'élève, plus on fait sentir les liaisons, les *e* muets et les longues.

L'écriture phonétique a encore été appliquée par l'inventeur à une méthode d'enseignement primaire. Cette méthode consiste à faire lire d'abord les élèves dans l'écriture phonétique; puis, quand ils lisent très-couramment, quand ils sont habitués comme nous à ne se laisser arrêter ni par des lettres ni par des mots illisibles, on les initie facilement à la lecture de l'écriture ordinaire, au moyen d'un ouvrage de transition divisé en quarante-cinq chapitres, dont chacun rapproche l'écriture phonétique de l'écriture usuelle. Ce système a l'avantage de fatiguer beaucoup

moins les élèves, en ne les obligeant pas à épeler pendant un temps infini avant de pouvoir comprendre ce qu'ils lisent.

L'écriture phonétique peut encore être employée pour enseigner le français aux étrangers. Pour chaque mot de notre langue, l'élève est obligé d'apprendre successivement comment on le prononce et comment on l'écrit, et souvent il perd son temps et sa logique à chercher les rapports entre ces deux choses. Avec l'écriture phonétique, au contraire, la mémoire de l'œil aide celle de l'oreille, et réciproquement, puisque le rapport entre la parole et l'écriture est certain et immédiat. Les élèves étrangers pourraient donc apprendre d'abord à parler le français en le prononçant très-purement, et à l'écrire en écriture phonétique; lorsqu'ils voudraient ensuite apprendre à lire dans l'écriture usuelle, ils le feraient au moyen de la méthode de transition dont nous avons parlé, et recevraient en même temps des leçons d'orthographe.

Indépendamment de ces emplois de l'écriture phonétique, M. Féline propose encore d'en faire des applications diverses, par exemple, à la télégraphie électrique, dont la transmission est d'autant plus rapide qu'il faut moins de lettres pour rendre la même phrase. Or, le nombre des lettres employées pour l'écriture phonétique est d'environ 25 à 30 pour 100 moins considérable que le nombre de lettres employées par l'écriture usuelle. Cette économie de lettres serait d'une grande importance, eu égard à l'extension considérable que reçoit tous les jours l'usage de la télégraphie privée. Cet intérêt serait plus grand encore lorsqu'il s'agira de correspondance télégraphique entre des pays séparés par la mer, qu'il est si difficile et si coûteux de relier entre eux.

Enfin, si cet alphabet était plus connu, les négociants, qui emploient souvent des abréviations dans leurs correspondances, pourraient adopter certains caractères phoné-

tiques pour rendre l'écriture plus rapide; ils pourraient, par exemple, souligner les voyelles nasales, au lieu de les faire suivre d'un *n*.

Tels sont les principes qui ont dirigé M. Féline dans le projet qu'il propose pour la réforme de notre système orthographique, et que nous avons développé un peu longuement, parce qu'il embrasse des considérations d'un ordre scientifique intéressant. Nous ajouterons que ces idées ne sont pas nouvelles, ou plutôt qu'elles ne le sont que dans la forme et le but. Beaucoup de savants grammairiens, tels que Domergue, Beauzée, Duclos, et les auteurs de la grammaire de Port-Royal, ont depuis longtemps critiqué l'alphabet français. Comme nous l'avons dit, Destutt de Tracy en a fait ressortir les vices, et Volney a écrit un volume entier sur l'*Alphabet européen appliqué aux langues de l'Asie*, où il démontre toutes les imperfections de notre système graphique. Il a même fondé un prix pour celui qui proposera un alphabet universel, et les quatre classes de l'Institut se sont occupées de ce prix dans la séance du 24 avril 1822. Quand M. Marle parla de réformer l'orthographe française, M. Andrieux et nombre d'académiciens l'appuyèrent d'abord chaudement; mais il fut abandonné lorsqu'on le vit, par une faute de logique, suivre une méthode incomplète et par conséquent irrationnelle, en opposition avec les principes qu'il avait posés.

Tout a été perfectionné dans notre siècle. Partout le progrès des sciences a apporté des améliorations incessantes aux divers instruments de notre activité sociale. Pourquoi ne perfectionnerait-on pas l'alphabet, l'instrument de travail le plus usité, comme on a perfectionné tous les autres? Pourquoi ne le soumettrait-on pas à l'application des principes rationnels auxquels la civilisation actuelle doit ses succès et sa fortune? Les économistes, qui savent

que le temps est la richesse de l'homme; les administrateurs, qui veulent l'uniformité du langage; les hommes politiques, qui veulent rapprocher les nations; enfin tous les amis de l'humanité devront, il nous semble, se montrer favorables à cette idée.

« L'alphabet, dit M. Féline, est le plus puissant instrument de communication. Si l'on parvient à le rendre universel, on établira un rapport entre les diverses manières de s'exprimer dans toutes les contrées; on fera pour le monde entier une chose analogue à ce qui a été réalisé en France par l'établissement du Code Napoléon et d'un nouveau mode de mesurage et de pesage, dont le principal mérite a été de faciliter les rapports entre les Français de toutes les provinces, en leur donnant les mêmes lois et les mêmes bases d'appréciation pour les poids et mesures. Un alphabet qui serait le même pour tous faciliterait également les rapports entre les provinces de chaque État et entre les États eux-mêmes. Or, plus ces rapports seront faciles, plus ils se multiplieront, plus les progrès de la civilisation seront rapides, et plus on verra s'éteindre les haines nationales et diminuer les chances de guerre.

« Pour créer ce grand moyen de communication, il suffirait d'appliquer à toutes les langues l'alphabet rationnel, en indiquant toujours chaque son par le même signe. L'alphabet général se composerait ainsi de tous les signes représentant tous les sons dont les hommes font usage. L'alphabet particulier d'une langue se formerait de l'alphabet général, moins les signes indicateurs des sons que cette langue n'emploierait pas.

« Le problème posé par Volney se trouverait alors complétement résolu, puisqu'une personne parfaitement ignorante d'une langue étrangère pourrait, quoique ne la comprenant pas, lire un livre écrit dans cette langue et se faire comprendre de ceux qui la sauraient. Il en résulterait qu'au moyen d'une grammaire et d'un dictionnaire, on pourrait, dans son cabinet, apprendre une langue de l'Océanie, suffisamment pour se faire entendre des habitants de ce pays, et surtout pour être en état de les comprendre. »

Nous ne pouvons que nous associer à ces vues, et c'est dans ce but que nous avons donné l'exposé qui précède du système de l'auteur.

2

Méthode à la portée des instituteurs primaires pour enseigner aux sourds-muets la langue française sans l'intermédiaire du langage des signes.

Objets d'une répulsion universelle, victimes de préjugés absurdes, les sourds de naissance étaient autrefois relégués par leurs propres familles dans les lieux les plus reculés, et le public ignorait jusqu'à leur existence. Aujourd'hui, grâce aux progrès de la science et des mœurs, on ne voit plus chez ces malheureux des preuves vivantes de la malédiction divine; ils obtiennent de leur famille une juste part d'affection, on ne les soustrait plus aux yeux du monde, et l'autorité civile a pu s'assurer que la France compte dans sa population 30 000 de ces êtres disgraciés.

Mais si l'action du temps et les efforts de la charité privée et publique, dissipant des préjugés séculaires, ont opéré la réhabilitation des sourds-muets dans la famille, ils n'ont pu les mettre en état de jamais s'affranchir de la tutelle paternelle; ils n'ont pu faire de tous ces malheureux des citoyens utiles; ils n'ont pu empêcher que l'ignorance et le faux savoir, l'isolement et la misère, n'entraînent un grand nombre d'entre eux à la plus triste dégradation.

On nous saura donc gré d'appeler ici l'attention sur un livre qui a pour objet de perfectionner l'art d'instruire les sourds-muets, en mettant cet art à la portée des pères de famille et des instituteurs primaires.

Les noms de l'abbé de l'Épée et de Rodrigues Pereire, le premier, si admirable par son ardente charité, son dévouement et la hardiesse de ses conceptions, le second si étonnant pour l'étendue de ses connaissances et l'élévation de son génie, sont inscrits en tête de l'ouvrage de M. Valade-

Gabel, comme un signe d'alliance entre la charité chrétienne et la science fondée sur l'observation.

L'auteur a renoncé à créer, comme l'abbé de l'Épée, une langue artificielle composée de signes, destinée à conduire ensuite, par traduction, à une langue écrite; le détour lui semble trop long, les résultats trop incomplets. Il ne prétend pas, avec l'abbé Sicard, faire raisonner grammaire et métaphysique des enfants encore dépourvus de l'instrument de la pensée, car les tours de force ne sont bons que sur les tréteaux. Il ne partage pas les illusions des personnes qui veulent faire instruire tous les sourds-muets par la parole, au risque d'en transformer les neuf dixièmes en insupportables perroquets. Il n'a pas non plus fondé sa méthode sur ce qu'on appelle le *langage des signes naturels*, procédé si généralement employé jusqu'ici, parce que ce langage n'a pas d'écriture, qu'il est difficile à bien manier, et qu'on ne peut s'en approprier sérieusement l'usage que par un long séjour dans les grandes écoles spéciales.

Inspiré par le désir de rattacher le sourd-muet au sol natal, au foyer domestique, M. Valade-Gabel veut le faire élever sous le même toit et par les mêmes mains que les enfants ordinaires, ce qui dispense en premier lieu l'instituteur de toute étude spéciale, difficile et dispendieuse, et ce qui permet, en second lieu, de placer sur un terrain commun les *entendants* et les sourds, les *parlants* et les muets.

Tous les instituteurs primaires savent écrire la langue qu'ils parlent; c'est de cette même langue écrite que M. Valade-Gabel fait son instrument principal. Les enfants doués de tous les sens extérieurs ont appris leur langue maternelle d'instinct et sans réflexion; ils ne savent ni l'orthographier ni l'écrire; rien ne saurait leur être plus utile que d'en étudier le mécanisme dans ses rapports avec les faits qu'elle exprime, rien ne leur est plus profitable que de parvenir à l'écrire avec la facilité qu'ils ont à la

parler. De leur côté, les sourds-muets ne peuvent être moralement incorporés à la société qu'en apprenant à penser comme nous, avec le même instrument que nous, et dans l'ordre où nous pensons nous-mêmes. Il leur est impossible d'arriver à l'intelligence réelle des formules de la langue écrite, autrement que par l'étude du mécanisme du langage, faite parallèlement avec l'étude des objets et des rapports exprimés par ce même langage. Les entendants et les sourds, les parlants et les muets se trouvent donc appliqués ensemble aux mêmes études.

La routine et le préjugé vont crier à l'impossible. Supposez, diront-ils, que l'on élève une cloison opaque entre la mère et son fils; supposez que l'enfant puisse recevoir de sa mère l'éducation des mots sans avoir le commerce continuel, la connaissance intime des objets qui désignent les signes du langage parlé, l'enfant n'apprendra jamais qu'à répéter des mots vides de sens; il ne parviendra point à s'approprier l'usage d'une parole intelligente. Or, si, pour entrer en communion d'idées, de sentiments et de langage, les signes gestuels sont absolument nécessaires à l'enfant ordinaire, à plus forte raison doivent-ils être indispensables aux enfants privés de l'audition.

A cette objection, M. Valade-Gabel répond, non par des raisonnements, car la justesse d'un raisonnement peut toujours être contestée, mais par un fait certain. Il est des enfants qui restent séparés de leur mère par une cloison bien opaque : ce sont les aveugles-nés, et ils ne laissent pas d'entrer en possession de la parole presque aussitôt que les autres enfants. Ainsi, pour l'acquisition de la langue maternelle, les signes et les gestes n'ont pas toute l'importance qu'on se plaît à leur accorder, et il est possible d'enseigner la langue écrite sans l'intermédiaire des signes mimiques.

La méthode qui consiste à instruire les sourds-muets directement par l'écriture n'a pas, disons-le, le mérite de

la nouveauté : Deussing, médecin hollandais, et le philosophe écossais Dalgarno l'ont émise il y a plus de deux cents ans ; mais personne n'avait recherché, avant M. Valade-Gabel, l'ensemble des moyens les plus convenables à employer pour atteindre un si désirable but.

C'est l'ensemble de ces moyens qui constitue la méthode que M. Valade-Gabel qualifie, à bon droit, de *méthode naturelle*. Ce système est fondé sur les bases éternelles posées par la nature elle-même. Prenant la mère pour guide, M. Valade-Gabel fait, avec réflexion, ce que la mère fait, rien que ce qu'elle fait sous l'inspiration d'un instinct providentiel ; il étudie les propriétés de la parole telle qu'elle sort, vivante et passionnée, de la poitrine, et il revêt artificiellement l'écriture des mêmes propriétés. Il étudie le mécanisme du langage, et, pour prendre la pensée dans son unité, il pose une proposition, la fait décomposer en ses éléments constitutifs ; puis toujours par des moyens pratiques, il élève insensiblement l'esprit du muet à la connaissance des multiples de cette proposition, c'est-à-dire la phrase, la période, enfin le discours entier. Une longue expérience lui a révélé les obstacles qui, dans cette série de travaux, peuvent arrêter l'élève ou l'instituteur, et il fournit les moyens de surmonter tous ces obstacles.

Par la méthode de M. Valade-Gabel, le jeune sourd-muet s'instruit en voyant écrire et agir, comme l'enfant ordinaire s'instruit en entendant faire l'application de la parole aux faits qui se déroulent sous ses yeux. Parvenu à comprendre, il le prouve en obéissant. A peine sait-il obéir qu'il est en état d'exprimer ses volontés ; bientôt il apprend à répondre aux questions qui lui sont adressées, et de là naît, pour lui, la forme narrative. Le voilà capable de transmettre la pensée du maître, et il ne tarde pas à questionner à son tour, à s'exprimer sur les sujets qui sont à la portée de son intelligence. « Parvenu à ramener les connaissances banales de l'enfance à un enseignement net,

précis, rigoureusement enchaîné, dit M. Valade-Gabel, nous avons le droit de soutenir que, loin de suivre une absurde routine, les mères emploient un ensemble de moyens intimement liés avec les instincts, la constitution morale et l'organisation physique des enfants. » L'instituteur qui prend la mère pour guide ne saurait se tromper.

Nous pensons avec l'auteur que l'on a trop abusé des signes mimiques dans l'éducation du sourd-muet. Indépendamment de ce qu'ils obligent continuellement l'élève à des thèmes épineux et à des versions délicates, l'emploi des signes mimiques a ce grave inconvénient de concentrer leur attention sur les seules impressions visuelles, à tel point que les sujets, en assez grand nombre, qui ont conservé quelque sensibilité auditive, ne peuvent tirer aucun parti de ce sens rudimentaire, soit parce qu'on détourne trop leur attention des impressions de l'ouïe, soit parce qu'avec les signes mimiques, les idées se combinent tout autrement qu'avec la parole; et l'on sait combien il est difficile de penser dans une langue et d'écouter ou de s'exprimer dans une autre.

Ces inconvénients disparaissent quand on fait contracter au sourd-muet l'habitude de penser directement au moyen des mots écrits. Plusieurs sujets traités par le docteur Hubert Valleroux, et élevés sous la direction de M. Valade-Gabel, sont parvenus à parler à peu près comme tout le monde.

Le livre de M. Valade-Gabel se prête mal à l'analyse, tant il est substantiel et riche de fond : la partie théorique est une œuvre de philosophie élevée, la partie pratique un cours de langue française usuelle élémentaire. Ce cours de langue française mis en usage, soit dans toute sa pureté pour des sourds-muets élevés isolément au sein de leur famille, soit en le combinant avec les signes naturels, pour des sourds-muets élevés en commun dans des écoles

spéciales, a toujours eu le même succès entre les mains de l'auteur.

Les ministres de l'intérieur et de l'instruction publique ont soumis la méthode dont nous venons de nous occuper à l'examen d'une commission mixte, prise dans le sein de l'Institut. Déjà, les personnes les plus compétentes sur cette matière, c'est-à-dire les professeurs de l'École impériale des sourds-muets de Paris, ont donné une précieuse approbation à cette méthode, en déclarant que, « dans une savante théorie, l'auteur a traité avec une supériorité remarquable la question de l'enseignement des sourds-muets, en même temps qu'il en a développé les conditions les plus pratiques. »

IX

HISTOIRE NATURELLE.

1

Les insectes perforateurs des métaux.

Le maréchal Vaillant a présenté à l'Académie des sciences des paquets de cartouches dont les balles avaient été percées de part en part par des insectes, pendant le séjour de nos troupes en Crimée. Quelques-uns de ces insectes étaient encore renfermés dans la galerie qu'ils s'étaient creusée au sein du métal. Le vénérable et savant M. Duméril a été chargé par l'Académie de prendre connaissance de ces pièces, et il a composé sur ce sujet une note très-instructive.

L'insecte auteur de ces perforations singulières appartient à l'ordre des hyménoptères et à la famille créée et désignée, il y a plus de cinquante ans, par M. Duméril, sous le nom de *Uropristes*, c'est-à-dire insectes ayant à la queue un prolongement muni d'une scie, faisant office de tarière. Celui dont il s'agit est un *urocère;* probablement celui que les entomologistes désignent sous le nom d'*urocère jouvenceau* (U. juvencus). Selon M. Duméril, cet insecte ne produit la perforation du plomb que pour s'y frayer un passage et nullement pour se nourrir de la substance métallique; c'est donc à l'état d'insecte parfait et non à celui de larve qu'il accomplit ce travail extraordinaire.

A cette occasion, M. Duméril a rappelé plusieurs faits analogues que l'on trouve consignés dans les ouvrages d'entomologie.

En 1833, Audouin présenta à la Société entomologique de France une plaque de plomb provenant de la toiture d'un bâtiment, sur laquelle ce naturaliste supposait que des larves de Callidies avaient pratiqué des sinuosités profondes pour s'y loger comme dans le bois. On avait vu antérieurement, à la Rochelle, des parties entières de couvertures de plomb, non-seulement rongées, mais percées de part en part par des larves de Bostriches.

En 1844, M. Desmarest fit connaître des faits d'érosion et de perforation de lames de plomb opérées par une espèce de Bostriche (*B. capucina*) et par des Callidies.

En 1843, M. Du Boys présenta à la Société d'agriculture de Limoges des clichés typographiques, alliage très-dur, comme on le sait, formé d'antimoine et de plomb, qui avaient été percés et criblés de trous par deux Bostriches. Les trous étaient de 4 millimètres de diamètre sur 14 de profondeur. Les clichés reçurent ces perforations bien qu'ils se trouvassent enveloppés de plusieurs doubles de papier et de carton. Comme ils servirent à l'impression de l'ouvrage des *Fastes militaires de la France*, on peut dire que nos braves reçurent ainsi d'un vil insecte plus de blessures que ne leur en avaient causé les ennemis.

Pour constater que ces insectes ont, en effet, la propriété de perforer les métaux, comme d'autres perforent et traversent les matières ligneuses, l'entomologiste de Limoges fit l'expérience suivante. Il plaça dans un creuset de plomb, à parois minces, un individu vivant de la *Lepture couleur de feu* de Geoffroy (*Callidium sanguineum*), coléoptère qui se trouve si communément l'hiver dans nos appartements, parce que sa larve se développe en grand nombre dans les bois destinés à nos foyers. Au-dessus de ce creuset, on en emboîta un autre contenant aussi un in-

dividu semblable, qu'on enferma et recouvrit par un troisième creuset. Quelques jours après, on sépara les creusets : celui du milieu avait été percé et on trouva réunis les deux Callidios : l'insecte inférieur avait fait un trou pour s'introduire dans le creuset intermédiaire.

M. Du Boys fit une expérience chimique qui permit de constater que l'insècte qui avait rongé cet alliage typographique ne l'avait pas fait servir à sa nourriture. On analysa le corps desséché de l'un des *Bostriches capucins*. Après l'avoir dissous par l'acide azotique, on le fit complétement brûler, et l'on ne put démontrer dans les cendres, traitées par l'acide azotique, la moindre trace de plomb.

Cette observation prouve bien que les insectes perforants ont seulement pour but de sortir des galeries dans lesquelles ils se trouvaient accidentellement déposés à l'état de larve, et que ce n'est qu'autant qu'ils ont subi leur complète transformation qu'ils cherchent à se mettre en liberté.

Lorsque M. Desmarets lut, en 1844, sa notice à la Société zoologique, M. le marquis de Brême, président de la séance, montra plusieurs cartouches de soldats au sein desquelles les balles avaient été perforées par des insectes dans une épaisseur de 4 ou 5 millimètres. Ces cartouches provenaient de l'arsenal de Turin : on les avait déposées dans des barils construits en bois de mélèze, dont les douves avaient été attaquées par des insectes, et l'on reconnut que c'était après avoir quitté le bois que ces animaux avaient rongé les enveloppes des cartouches et enfin les balles elles-mêmes. Au moment de l'ouverture du baril, on n'avait observé aucune trace des larves ni des insectes parfaits, de sorte qu'on n'avait pu constater que le fait de l'érosion des balles de plomb. On voit que cette dernière observation a le plus grand rapport avec celle que M. le maréchal Vaillant a communiquée à l'Académie des sciences.

Terminons par la description remarquable qu'a donnée Réaumur de l'organe perforant de la femelle, destiné à creuser le bois mort où elle dépose ses œufs.

« C'est un étui composé de deux pièces creusées en gouttière. Ces deux demi-fourreaux forment une gaîne, au milieu de laquelle est la tarière roide et capable de résistance. Elle a de chaque côté sept ou huit dentelures, et chaque dent est taillée en demi-fer de flèche. Cette tarière porte, en outre, d'autres petites dents situées sous la face inférieure, toutes dirigées obliquement et régulièrement sur l'axe de la tarière, avec laquelle elle forme des chevrons symétriques. »

N'y a-t-il pas là le modèle d'une râpe ou d'une grosse lime admirablement entaillée?

Voulez-vous voir maintenant la manière dont l'insecte s'en sert? Écoutez Jurine, qui l'a surpris souvent dans son œuvre de destruction :

« Le ventre se redresse pour porter la tarière perpendiculairement et l'enfoncer dans le bois, en contractant alternativement les segments de l'abdomen de devant en arrière et en agissant sur l'aiguillon comme si des coups de marteau frappaient sur un coin. Cet instrument pénètre si profondément qu'il ne peut plus être retiré sans de grands efforts et quelquefois sans entraîner la déchirure des derniers anneaux de l'abdomen. »

Il est donc bien établi que certains insectes peuvent perforer les métaux. On sait que divers mollusques ont la propriété de percer et de creuser les pierres les plus dures, et la science a enregistré un certain nombre de cas de ce genre. Dans ces circonstances, l'animal, qui a été déposé à l'état de larve à l'intérieur d'une masse garnie à l'extérieur de métal ou de pierre, perce cette enveloppe pour obéir à l'instinct de sa vitalité ou de sa reproduction. C'est donc un cas différent de celui des nombreux insectes qui attaquent le bois et les matières ligneuses pour s'en nourrir.

2

Les congrès des botanistes à Montpellier. — La Société botanique de France. — Services rendus à la science par les excursions de la Société botanique. — Voyage de Montpellier. — Particularités de la flore de cette localité.

Le 8 juin 1857, s'est ouvert à Montpellier un *Congrès de botanistes*. Ce congrès n'était autre chose que la session extraordinaire que tient annuellement dans l'un de nos départements, la *Société botanique de France*. Fondée à Paris en 1854, par un petit nombre de savants et d'amateurs zélés, dans le but de réveiller le goût, alors un peu languissant, des études botaniques, cette société a promptement atteint le but qu'elle s'était proposé. Elle compte aujourd'hui près de 400 membres, et voit tous les jours s'accroître son importance. La plus utile sans nul doute des innovations que l'on doit à la *Société botanique de France*, c'est l'institution et la pratique d'excursions annuelles en un certain point du pays. En 1855, une première session extraordinaire, accompagnée d'excursions scientifiques, fut tenue à Paris même par cette société, à l'occasion de l'Exposition universelle. Sa deuxième session eut lieu en juillet 1856, à Clermont-Ferrand et au Mont-Dore. Cette année, le rendez-vous général des botanistes de France était donné à Montpellier.

On nous permettra de faire ressortir, à cette occasion, les services qui sont rendus à la science et aux savants par les excursions périodiques, dues à l'initiative et au zèle éclairé des membres de la Société botanique.

En premier lieu, ces voyages, accomplis par les naturalistes, facilitent pour eux l'étude de la végétation des pays qu'ils parcourent. Il n'est pas sans importance, pour le botaniste habitant les régions du Nord, de faire sur les lieux un examen attentif des productions des contrées éloi-

gnées, dont il n'a pu étudier les types que dans des collections sèches ou des herbiers. La présence d'hommes spéciaux, bien au courant des flores locales, et toujours prêts à donner des explications intéressantes et justes sur la végétation observée, est un élément des plus utiles pour l'instruction des botanistes visiteurs. Des jardins de botanique, des herbiers depuis longtemps préparés et entretenus, rendent leurs études fructueuses et commodes. C'est ainsi que, dans l'excursion qui a eu lieu à Montpellier, les savants voyageurs ont trouvé tout à la fois à leur disposition : le magnifique Jardin-des-Plantes, célèbre à tant de titres, et qui, créé sous Henri IV, est le plus ancien de la France; le jardin botanique de l'École de pharmacie, dirigé par M. Planchon; le Conservatoire botanique, où M. le docteur Touchy entretient et accroît chaque jour un herbier général de de Montpellier, déjà très-considérable; la belle collection des plantes d'Égypte composant l'herbier de Delile, formé de la réunion des plantes recueillies pendant l'expédition de Bonaparte par Delile lui-même, qui a occupé jusqu'à sa mort la chaire de la Faculté de médecine de Montpellier, dévolue aujourd'hui à M. Charles Martins; l'herbier de Félix Dunal, mort il y a peu d'années, doyen et professeur de botanique à la Faculté des Sciences; l'herbier de Magnol, celui de Bouchet-Doumeng, de Salzmann, l'herbier dit du *Port-Juvénal*, etc. Telles sont les nombreuses et intéressantes richesses dont pouvaient disposer à Montpellier les visiteurs naturalistes.

Ce qui donne d'ailleurs, mieux que toute explication, la preuve des avantages et du plaisir que ces voyages procurent, c'est que, le 8 juin, dans les allées du Jardin-des-Plantes de Montpellier, deux cents botanistes se trouvaient rassemblés. Nous nous contenterons de citer parmi eux M. de Tchihatchef, connu par ses voyages en Asie Mineure, conseiller d'État près l'empereur de Russie, membre de l'Académie des Sciences de Berlin; M. le comte Jaubert,

vice-président de la Société botanique de France ; M. E. Cosson, secrétaire de cette Société ; M. J. Gay ; M. Chatin, professeur de botanique à l'École de pharmacie de Paris ; MM. Germain de Saint-Pierre ; Durieux, de Bordeaux ; Duby, de Genève ; Timbal ; Lagrave, de Toulouse, etc., etc.

Sans nous attacher à donner le programme rigoureux des différentes excursions faites à cette occasion par nos botanistes, nous dirons qu'un jour a été consacré à des herborisations dans le bois de Grammont, d'une part, et d'autre part dans le bois de La Vallette ; un autre jour à l'escalade du pic de Saint-Loup ; un autre à l'inspection botanique de la plage de Cette et de Saint-Guilhem-du-Désert ; et qu'une dernière excursion a eu lieu autour de la vieille et poétique Maguelonne, îlot aujourd'hui désert, et qui fut le berceau de Montpellier.

Il ne sera pas hors de propos de faire connaître ici brièvement par quel côté les environs de Montpellier, considérés comme région botanique, offrent un intérêt tout spécial, qui a déterminé à choisir cette ville comme le lieu de réunion pour la session de 1857.

La flore de Montpellier est, en France, une des plus intéressantes par la variété et le nombre des espèces qu'elle renferme. Linné a dit du bois de Grammont, voisin de Montpellier et où il avait herborisé : *locus mirabili plantarum varietate jucundus*. La flore de Montpellier présente au botaniste du Nord des arbres qu'il n'a jamais vus que chétifs dans quelques jardins ; tels sont le *Celtis australis* (micocoulier), l'olivier, le mûrier ; les haies lui montrent le grenadier en fleurs, le *Paliurus aculeatus*, avec des rameaux épineux chargés de petites fleurs d'un jaune d'or. On voit dans les jardins, en pleine terre et atteignant de grandes dimensions, le *Laurus nobilis* (laurier-sauce), le *Salisburia adiantifolia* (conifère à feuilles persistantes et à limbe étalé et bilobé), le *Melia azedarach*. Les garrigues

(on nomme ainsi, dans le Midi de la France, les collines arides et pierreuses du pays) présentent, mêlées aux blanches corolles du *Cistus monspeliensis*, les grappes purpurines du glayeul (*Gladiolus communis*) et les larges touffes d'une joncée à fleurs bleues, l'*Aphyllanthes monspeliensis*, que l'on prendrait d'abord pour une variété de lin.

Montpellier offre d'ailleurs un immense avantage pour les études botaniques. La disposition du pays a pour effet de produire une grande variété d'espèces végétales; on peut recueillir, en trois journées d'herborisation, les types les plus différents appartenant aux zones de végétation les plus diverses. Situé dans la région propre aux oliviers, mais dans un point où la chaleur est tempérée par le voisinage de la mer, Montpellier n'est qu'à une lieue et demie de la Méditerranée, c'est-à-dire des étangs salés disposés le long du littoral. A quatre lieues du côté du Nord, s'élève le majestueux pic Saint-Loup, qui forme les premières rampes des Cévennes et atteint à une hauteur de 600 mètres. En se dirigeant de la mer vers les montagnes des Cévennes, le botaniste voit donc se déployer sous ses pas la végétation la plus variée.

Le cordon littoral et les étangs salés, souvent utilisés par l'industrie, présentent une végétation maritime remplie d'intérêt, et voici, en peu de mots, la liste des espèces les plus remarquables qu'on y rencontre, en les rapportant aux familles naturelles dont elles font partie :

Graminées : Lagurus ovatus, lagurus cylindricus, polypogon maritimus, polypogon monspeliensis, kœleria villosa, festuca maritima, glyceria festucoïdes.

Cypéracées : Cyperus longus, cyperus schœnoïdes, carex extensa.

Joncées : Juncus acutus.

Naïadées : Ruppia maritima, posidonia oceanica.

Salsolacées. — Salicornia herbacea, chenopodina maritima, obione portulacoïdes, camphorosma monspeliensis.

Plombaginées : Statice echioïdes, statice caspia.

Frankéniacées : Frankenia lœvis, frankenia pulverulenta.

Linées. — Linum narbonense, linum maritimum, linum campanulatum, linum salsoloïdes.

Crucifères : Cakile maritima, malcolmia littorea.

Les prairies et les garrigues, au milieu desquelles Montpellier est assis, nous offrent, comme familles prédominantes, les :

Composées : Conyza ambigua, andryala sinuata, catananche cœrulea, anacyclus radiatus, centaurea pullata, galactites tomentosa, urospermum dalechampii.

Légumineuses : Trifolium cherleri, trifolium angustifolium, trifolium purpureum, trifolium stellatum, medicago orbicularis, dorycinium suffruticosum, astragalus monspessulanus, arthrolobium scorpioïdes.

Rhamnées et *Térébinthacées* : Cneorum tricoccon, paliurus aculeatus, coriaria myrtifolia.

Géraniacées : Erodium ciconium, erodium malacoïdes, erodium romanum.

Cistinées : Cistus monspeliensis, cistus albidus, cistus crispus, cistus ledon, cistus laurifolius, helianthemum hirtum, helianthemum glutinosum, helianthemum juniperinum, helianthemum penicillatum, et toutes les hybrides, car les cistées s'hybrident très-aisément.

Parmi les plantes que nous venons de signaler, on aura remarqué plusieurs espèces qui portent le nom de Montpellier. Nous aurions pu facilement grossir cette liste. Tous les botanistes connaissent, ou désirent connaître, le *Crucianella monspeliaca*, le *Cynanchum monspeliacum*, le *Polygala monspeliaca*, le *Ranunculus monspeliensis*, le *Trigonella monspeliaca*, l'*Acer monspessulanum*, l'*Allium monspessulanum*, le *Coris monspeliensis*, etc., etc.

Les prairies de Montpellier reposent en général sur des sables très-modernes, qui appartiennent à la partie supérieure de l'époque pliocène; mais quand on s'avance vers le nord, on arrive sur les couches redressées du terrain oxfordien, qui s'échelonnent sur les murailles presque à

pic du mont Saint-Loup, et la végétation change bientôt. Le botaniste, redoublant d'ardeur pour vaindre les obstacles qu'opposent à sa marche des rochers presque inaccessibles, admire, entre les fentes de ces rochers, les larges corolles de l'*Erodium petræum*; sur leur sommet, il cueille l'*Hieracium stelligerum*, qui n'est connu en France qu'au pic Saint-Loup et à Saint-Guilhem-le-Désert. Autour du pic, on trouve encore le *Lilium flavum*, le *Pæonia peregrina* (renonculacée), le *Lactuca perennis*; sur les ruines qui le surmontent, on peut arracher les touffes de l'*Alyssum spinosum*. Disons enfin qu'à Saint-Guilhem-le-Désert, c'est-à-dire dans les montagnes des Capouladoux, sur la rive gauche de l'Hérault, on trouve la même végétation, et en particulier le magnifique *Campanula speciosa* à corolles bleues.

Voilà ce qu'étaient venus chercher les botanistes à Montpellier, et nous n'avons pas besoin de dire avec quel zèle et quelle ardeur la savante caravane a su tirer parti des richesses étalées sous ses yeux. Nous pouvons ajouter, pour achever le tableau, que, pendant son excursion dans la ville de Cette, la Société botanique a pu admirer le beau musée de M. Doumet, maire de Cette, député de l'Hérault, et neveu du célèbre naturaliste Adanson. Ce musée renferme de nombreuses collections d'insectes, coléoptères et lépidoptères, des coquilles, surtout des marines, quelques antiquités, l'herbier d'Adanson, etc. Il occupe deux grandes galeries. Dans le jardin, on a vu une magnifique collection de *cactus* et des *crassulacées* assez rares.

Nous n'avons pu donner qu'une incomplète esquisse de cette intéressante excursion de nos naturalistes dans une des provinces du Midi. Elle suffira, néanmoins, pour faire comprendre l'objet et le but de ces nobles assemblées de personnes vouées au culte des sciences, et unies par ces doux liens qui naissent d'une confraternité de sentiments

et d'études. La société actuelle ouvre aux sciences un avenir immense, et nous ne pouvons nous empêcher de considérer comme un signe des temps nouveaux, comme une révélation d'événements prochains, ces imposantes agapes dans lesquelles une tribu de savants recrute, compte et prépare les ressources dont elle peut disposer pour l'avancement de son œuvre.

3

Audubon et les *Scènes de la nature dans les États-Unis et le nord de l'Amérique.*

A côté de la science constituée et titrée, qui règne dans les écoles et gouverne dans les académies, à côté de la science officielle et reconnue, il en existe une autre, plus modeste, quoique fort méritante, sans autorité, mais non sans raison d'être, et avec laquelle il est bon de faire connaissance de temps à autre. Les moments que l'on passe avec elle ne peuvent être des moments perdus. Il est certain d'abord qu'entre tous les savants, ceux qui ne font point profession de l'être sont les plus agréables à fréquenter. Pour entrer en commerce avec eux, il n'y a point à subir de conditions rebutantes; point de formules inconnues hérissant leurs approches, comme ces chevaux de frise qui couronnent de leurs ongles de fer les murs d'un château-fort; point de mots de passe à chercher dans l'étude d'une technologie pédante et arbitrairement forgée; point de théories éblouissantes à traverser, nimbes orgueilleux dont la science, même la plus sincère, aime trop souvent à entourer son front. Pour se diriger dans leurs recherches, ils ont peut-être des théories, mais ils nous en font grâce, et c'est directement et de plain-pied qu'ils nous introduisent au cœur des vérités qu'ils ont su découvrir. Les services qu'ils peuvent nous rendre ne sont pas d'ailleurs à négliger. Exempts de parti pris sur aucun des systèmes

qui divisent les autres savants, ils ne s'inquiètent que de bien observer les faits et de les constater avec une religieuse exactitude. Ils aiment à promener leurs explorations et leurs rêveries à travers les contrées incultes de l'imprévu, et quelquefois rencontrant, au détour de l'un de ces chemins ignorés, ce grand inventeur qui s'appelle le hasard, ils arrivent, à son aide, aux plus intéressantes trouvailles. Avec cette manière de travailler, si l'on n'élève pas toujours un monument scientifique, on apporte du moins de précieux matériaux à ceux qui se préparent à le construire.

L'auteur des *Scènes de la nature dans les États-Unis et le nord de l'Amérique*, Audubon, appartient à la classe de ces savants que nous venons de caractériser. Plus littérateur, on peut même dire plus poëte que savant dans la forme, il est surtout amant passionné de la nature, et particulièrement de la nature de son pays.

Cet amour, qui l'a saisi tout enfant, lui a révélé sa vocation, qu'il a héroïquement suivie pendant des années d'un labeur sans relâche, persuadé, comme il le dit lui-même, qu'il accomplissait une mission reçue de Dieu. Sa conviction absolue sur ce point, exaltant encore son enthousiasme, donne à toutes ses peintures une couleur religieuse, et le soutient dans des efforts et de douloureux sacrifices, payés, il est vrai, de pures et vives jouissances.

Audubon n'a point recherché les applaudissements de la foule; il a travaillé loin des yeux du public. A peine connu en Europe, il est à peu près aussi complétement ignoré en Amérique; ingratitude qui, pour être fréquente, n'en est pas moins déplorable. Mais le naturaliste américain ne se borne pas à honorer son pays, il l'aime avec passion, on pourrait même dire avec exclusion, dans son présent, dans son passé, dans son avenir. Par une sorte de contradiction qu'explique néanmoins fort bien son double instinct de savant et de poëte, il salue la civilisation qui

arrive, sans rien perdre de son admiration pour la barbarie qui s'en va. L'une, avec les merveilles de son persévérant labeur et de ses gigantesques industries, l'autre, avec ses aspects sauvages et toutes les richesses de sa luxuriante nature, charment et captivent également son esprit. S'il parle avec un noble orgueil de ces immenses étendues de terres défrichées sur lesquelles des villes, bâties d'hier, sont déjà florissantes, la disparition des forêts séculaires et l'anéantissement des races qu'elles abritaient lui arrachent les mêmes cris de douleur que laissent échapper les peuplades exterminées, ces infortunées *peaux rouges*, que la cognée de la civilisation chasse incessamment devant elle.

Audubon est naturaliste, mais le genre de ses travaux s'éloigne, sous bien des rapports, de celui des naturalistes ordinaires. Il ne s'est point consacré d'une manière spéciale à l'étude de l'une des branches du règne organique. La tâche qu'il s'est imposée, et pour laquelle il dispose du pinceau et de la plume, c'est de réaliser des représentations fidèles de la nature, inanimée ou vivante indistinctement. Tout est pour lui matière à description dans le pays si fécond qu'il explore; il faut même ajouter que toute matière lui réussit, car aux facultés d'une âme profondément contemplative, il joint le mérite positif d'un observateur sagace et expérimenté. Aussi, quelle prodigieuse variété de scènes et de tableaux il nous décrit sur place, à travers ses savantes pérégrinations, dont Dieu lui-même, il le croit du moins, a pris soin de lui tracer la marche! Ici, des pêcheurs ou des pionniers à l'ouvrage; là, les derniers moments d'un pirate; ailleurs, les angoisses et les souffrances de l'homme perdu dans les hautes herbes des prairies; plus loin, une forêt entière qui flambe, et tous les cris de rappel avec le lugubre désordre de la fuite précipitée des malheureux que talonne l'incendie attisé par le vent. Un certain nombre de scènes décrites par Audubon rappellent les pages les plus émouvantes de Walter Scott

et de Cooper, et pourtant, chez lui, l'émotion n'est pas le but, mais un accompagnement naturel de ses tableaux. Dramatiste et même romancier par accident, le savant, l'observateur exact de la nature, se retrouve toujours au fond de ses descriptions.

Son élégant traducteur, M. Eugène Bazin, a caractérisé en trois mots Audubon : « Il a vu, il sait, il sent. » C'est là, en effet, tout le secret et le mérite original du naturaliste américain. Pouvant, comme tant d'autres, demander aux livres une science de deuxième ou de troisième main, il a préféré puiser la vérité à sa source même, c'est-à-dire dans l'observation directe et personnelle.

Bien que les recherches d'Audubon, aventureuses et affranchies de tout plan systématique, se portent à peu près sur tout sans acception d'objets, il est pourtant une branche du règne animal auquel il fait volontiers la plus large part, et qui paraît exercer sur lui une attraction toute particulière, ce sont les oiseaux, population si nombreuse et si merveilleusement variée dans les forêts des États-Unis. S'il fallait assigner un titre à notre savant d'après sa préoccupation dominante, il faudrait donc le placer parmi les ornithologistes. Mais par le choix de l'idée qui le dirige, comme par sa manière de procéder, il diffère autant que possible des naturalistes appartenant à cette catégorie. Ce n'est point le squelette pour le squelette qu'il étudie dans les oiseaux. Le genre de leur vol, le caractère de leur chant, leurs mouvements, leurs appétits, leurs habitations, leur industrie, leurs mœurs, leurs migrations, leurs amours, en un mot leur physiologie, voilà ce qui l'attache et ce qu'il nous décrit avec un détail et un intérêt saisissant. De leur anatomie, qu'il connaît mieux que personne, il nous dit tout juste ce qui est nécessaire pour faire comprendre leur vie; il n'a ni le goût ni le besoin de les disséquer devant nous : les empailler, de temps en temps, à la bonne heure!

Grâce à sa profonde connaissance de la physiologie des oiseaux, et à son merveilleux talent d'en exprimer avec bonheur les moindres traits, Audubon a pu donner de l'*oiseau mouche à gorge de rubis* une description comparable, pour le charme et l'éclat du style, à celle de Buffon, mais plus vivante et plus vraie. En général, Audubon peint la nature et ne sait pas la flatter. S'il parle, par exemple, de l'*aigle à tête blanche*, improprement nommé *aigle chauve*, il dit très-crûment son fait à ce déprédateur féroce, dont la figure pourtant est blasonnée sur l'étendard des États-Unis, et il appuie sa sentence de l'opinion d'un homme célèbre dont on lira ici avec intérêt un fragment très-curieux.

Après avoir terminé l'histoire de son aigle à tête blanche, et exprimé sa douleur de voir qu'on l'ait pris pour servir à son pays d'emblème national, Audubon ajoute :

« L'opinion de notre grand Franklin coïncide si parfaitement avec la mienne, que je ne puis mieux faire que de vous la présenter ici.

« Pour ma part, dit-il dans une de ses lettres, je voudrais que l'aigle chauve n'eût pas été choisi comme le représentant de notre patrie. C'est un oiseau d'un naturel bas et méchant ; il ne sait pas gagner honnêtement sa vie; voyez-le, perché sur quelque arbre mort, d'où, trop paresseux pour pêcher pour son propre compte, il regarde travailler l'orfraie. Quand cet oiseau est enfin parvenu à prendre un poisson qu'il va porter à sa famille, le vaurien s'élance et le lui ravit. Avec toute sa rapine, il n'en est pas plus heureux; car, de même que les gens qui vivent de ruses et de filouteries, il est généralement pauvre et souvent très-misérable. En outre, ce n'est jamais qu'un lâche coquin. Le petit roitelet, qui n'est pas si gros qu'un moineau, l'attaque résolûment et le chasse de son canton. Ainsi, à aucun titre, ce n'est un emblème convenable pour nos braves et honnêtes Cincinnati, eux qui ont chassé toute espèce de *roitelets* de leur pays. Qu'on le donne plutôt pour patron à cet ordre de chevaliers que les Français appellent *chevaliers d'industrie !* »

Franklin craignait-il l'influence politique que devait

exercer un pareil emblème sur les mœurs publiques de son pays? Avait-il prévu, par exemple, le système des annexions, c'est-à-dire le mode par lequel les Américains de l'Union s'emparent aujourd'hui des terres défrichées par les Espagnols?

Les deux volumes publiés par M. Bazin ne contiennent qu'un extrait de l'œuvre d'Audubon[1]. Nous n'en faisons un reproche ni à son traducteur ni à son éditeur; il fallait d'abord présenter au public français un nom scientifique des plus dignes d'être connu. L'ouvrage complet, composé de cinq gros volumes de texte et illustré par quatre cents planches, coûte de trois à quatre mille francs. Ce n'est pas même aux États-Unis qu'a paru ce grand ouvrage; il a été publié à Londres. Les savants et les artistes de la libérale Angleterre ont usurpé, sur l'indifférence des États-Unis, la gloire de faire les frais immenses exigés pour l'impression d'une œuvre que Cuvier a déclarée « le plus beau monument que la science ait encore élevé à la nature. »

1. *Scènes de la nature dans les États-Unis et le nord de l'Amérique, ouvrage traduit d'Audubon* par Eugène Bazin, *avec préface et notes du traducteur*, 2 vol. in-8; Paris, 1857.

X

PHYSIOLOGIE.

1

Rapport de M. Bérard à l'Académie de médecine sur le rôle du pancréas dans la digestion des corps gras[1]. — L'école du merveilleux en physiologie et l'école du bon sens.

Les personnes qui ne sont pas très au courant des recherches scientifiques entreprises depuis quelques années se font une idée peu exacte du mécanisme de la digestion. Elles pensent que cette fonction consiste à transformer tous les aliments en un liquide particulier appelé *chyle*, qui constitue le produit essentiel, éminemment réparateur de l'action digestive, et qui est toujours identique dans sa nature, de quelque aliment qu'il provienne. Les gens du monde sont d'autant plus excusables d'en être encore à cette théorie, que beaucoup de médecins ne sont pas eux-mêmes beaucoup plus avancés sous ce rapport. Combien d'entre eux, n'ayant pas eu connaissance des travaux modernes, continuent de considérer la digestion comme une fonction par laquelle les animaux convertissent nos différents aliments en un produit particulier nommé *chyme*, duquel, par une opération ultérieure, les organes de l'ab-

1. Le *pancréas* est une glande couchée en travers de la colonne vertébrale. Sécrété par cette glande, le *liquide pancréatique* est déversé, avec la bile, dans la partie supérieure de l'intestin, pour concourir à la digestion.

sorption peuvent retirer un liquide appelé *chyle*, représentant le produit essentiel pour l'assimilation organique. La chimie moderne a renversé ce système si longtemps considéré comme une vérité incontestable. On sait aujourd'hui que le chyme des anciens physiologistes n'est qu'un être de raison ; quant au chyle, qui ne sert guère qu'à charrier les graisses pour les verser du tube intestinal dans le torrent circulatoire, il ne justifie en rien, par sa nature et son rôle dans l'économie, la haute destination que lui avaient assignée les anciens.

La chimie moderne a positivement établi que le phénomène de la digestion n'est point un acte uniforme dans son mécanisme, et que sa transformation ne s'opère point, comme on le pensait autrefois, à l'aide d'un seul liquide fourni par le tube intestinal, et susceptible d'exercer sur les divers aliments une modification du même genre. Comme les aliments ne sont pas les mêmes dans leur nature, ils ne peuvent tous être modifiés et digérés par un seul agent ; ils ont besoin, pour devenir assimilables, de trouver un modificateur approprié à leurs caractères spéciaux.

Le chimiste Prout a fondé la classification générale des aliments que nous allons faire connaître. Nos matières alimentaires appartiennent à trois groupes bien distincts de composés chimiques :

1° Les *matières albuminoïdes*, substances azotées se rapprochant de l'albumine par leurs caractères et leur composition ; telles sont l'albumine animale ou végétale, la fibrine animale ou végétale, la caséine animale ou végétale, la gélatine, l'hématosine, la légumine, la glutine, etc. ;

2° Les *matières grasses*, telles sont les huiles et les graisses fournies par les animaux ou les plantes ;

3° Les *matières amylacées*, substances privées d'azote et se rapprochant de la fécule par leur constitution ; tels sont les divers sucres, l'amidon, la dextrine, la gomme, la pectine, le ligneux, etc.

Ces divers groupes de substances, en raison de leur composition particulière, doivent être influencés d'une manière spéciale, et la nature a su répandre, chacun en son lieu, les agents propres à opérer, sur ces différentes matières, les modifications qui ont pour résultat de les rendre assimilables.

Il est bien établi, depuis les recherches de MM. Eberle, Schwann, Pappenheim, Wasmann et Mialhe, que la digestion des viandes et des *matières albuminoïdes* en général s'opère par le suc gastrique, ce liquide agissant à la fois par son acide libre et par une substance de l'ordre des ferments que l'on désigne sous le nom de *pepsine*, et qui a la propriété d'exercer sur les matières albuminoïdes une modification moléculaire qui les rend solubles et assimilables.

La digestion des matières alimentaires féculentes ou amyloïdes est due à l'action métamorphosante d'un ferment particulier contenu dans la salive et dans le suc pancréatique, et qui a été désigné sous le nom de *diastase animale* par M. Mialhe, qui, en 1845, découvrit ce produit dans la salive de l'homme. Ce ferment, qui transforme les aliments féculents en dextrine et en sucre, les rend ainsi absorbables et assimilables dans l'économie.

La science, qui était parfaitement fixée, comme on le voit, sur le mécanisme de la digestion des matières *albuminoïdes* et *amylacées*, c'est-à-dire des deux premiers groupes chimiques de nos aliments, était, il y a peu d'années, beaucoup moins explicite en ce qui concerne la digestion du troisième groupe de ces corps, c'est-à-dire des *matières grasses*. On savait seulement, d'après les recherches de MM. Magendie, Bouchardat et Sandras, que la couleur blanche et l'aspect crémeux qui distinguent le chyle, proviennent des corps gras puisés dans l'intestin par les vaisseaux chylifères et charriés par ce liquide. Mais quant à la manière dont s'effectuait l'*émulsionnement* des corps gras, c'est-à-dire leur division en particules assez petites pour

permettre leur passage à travers les vaisseaux chylifères, on continuait à admettre, avec les anciens physiologistes, que ce phénomène était dû à l'intervention de la bile et du suc intestinal.

Tel était l'état de la science en ce qui concerne le problème général de la digestion, lorsque, dans un travail qui parut en 1849, M. Bernard annonça avoir découvert la véritable cause, et la cause exclusive de la digestion des corps gras[1]. Selon ce physiologiste, c'est au suc pancréatique seul qu'appartenait l'émulsionnement des graisses, et, par suite, leur absorption dans l'économie. Cet expérimentateur affirmait en même temps que l'émulsionnement était suivi d'un phénomène chimique, c'est-à-dire de la décomposition des corps gras en acides et en glycérine. Les expériences ne manquaient pas à l'appui de cette double assertion.

La théorie que nous venons d'exposer fut accueillie en France avec une faveur extrême; elle s'imposa. Physiologistes, chimistes et médecins, l'adoptèrent à l'envi. L'Académie des sciences la couronna par le grand prix de physiologie expérimentale. On admirait cette circonstance, bien rare dans la science, que l'auteur n'eût à partager avec aucun de ses devanciers le mérite de sa découverte.

Cependant, les personnes un peu au courant des travaux scientifiques qui se publient à l'étranger, n'ignoraient point que le fait qui venait d'être révélé aux physiologistes français était depuis longtemps connu et avait été l'objet de recherches en Alllemagne. Un habile physiologiste, Eberle, récemment enlevé aux sciences, avait posé, en termes aussi nets que possible, et par une longue série d'expériences, cette même théorie de la digestion des graisses par le suc pancréatique. C'est dans son *Traité de la Digestion*, publié en 1834, qu'Eberle avait fait connaître ses

1. *Du suc pancréatique et de son rôle dans les phénomènes de la digestion*. Archives générales de Médecine, janvier 1849.

idées, découvert le phénomène d'émulsionnement que produit le suc pancréatique lorsqu'on l'agite avec de l'huile ou une matière analogue, et réfuté par avance les arguments que l'on pouvait opposer à sa manière de voir.

« Quand le liquide pancréatique, dit le physiologiste allemand, est mêlé et agité avec de l'huile, le mélange acquiert bientôt l'aspect d'une émulsion....; par conséquent, ajoute-t-il, le suc pancréatique est capable de maintenir la graisse dans un état de division parfaite et d'en former une émulsion[1]. »

En résumant toutes ses expériences, Eberle s'exprime ainsi, dans sa cinquième conclusion :

« Le suc pancréatique peut s'emparer de la graisse et la *maintenir* sous forme d'une fine émulsion. *Donc, ce qu'on avait autrefois dit de la bile, à savoir, qu'elle agissait sur les parties grasses des aliments, doit se dire maintenant du suc pancréatique* (p. 253). »

Il ajoute plus loin que le suc pancréatique, outre qu'il rend le chyme plus fluide, a mission d'émulsionner les graisses qui y sont contenues, pour les faire entrer dans le chyle.

Burdach, dans son grand *Traité de physiologie*, traduit en français en 1841, rappelait et citait en ces termes cette opinion de son compatriote :

« Suivant Eberle, le suc pancréatique sert en outre à délayer la graisse et à la réduire en émulsion[2]. »

Mais personne ne s'avisa de remonter à l'origine de cette découverte, dont l'honneur resta tout entier attribué au physiologiste qui la produisait en France.

1. Eberle, *Physiol. der Verdauung;* Würzburg, 1834, p. 251.

2. Tome IX, pages 379, 380. On trouvera le texte plus complet des citations précédentes dans le 2e fascicule du 1er volume du *Traité de physiologie* de M. Longet. *La Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, dans son numéro du 1er mai, a reproduit ce chapitre du Traité de M. Longet, comme document historique sur cette question.

Si l'on ne s'était pas beaucoup inquiété de la paternité de cette théorie, on s'occupa moins encore de la combattre. On ne peut guère citer qu'un seul chimiste, M. Mialhe, qui crut devoir la rejeter dès son apparition en 1849, et qui, dans sa *Chimie appliquée à la physiologie*, professa nettement que le phénomène de l'émulsion des graisses devait être rapporté a l'alcalinité du suc pancréatique, et nullement à un agent particulier contenu dans ce liquide[1]. Il est juste de dire aussi que, dans une thèse soutenue à la Faculté des sciences de Paris, M. Blondlot essaya d'attaquer les idées de M. Bernard. Toutefois les faits et les arguments qu'il produisit n'avaient qu'une valeur médiocre dans la question.

Mais cette théorie, si ménagée en France, fut moins respectée en Allemagne, où elle avait pris naissance. Le travail du physiologiste français était à peine publié, que deux savants de Dorpat, MM. Bidder et Schmidt, le combattaient par des expériences décisives. Dans son *Traité de chimie physiologique*, M. Lehmann rapporte ainsi ces expériences :

« Bidder et Schmidt, dit M. Lehmann, lièrent le canal pancréatique sur des chats, et laissèrent ces animaux à la diète pendant douze à vingt-quatre heures, pour être certains qu'il ne restait plus de suc pancréatique dans l'intestin. Ils les nourrirent ensuite avec du lait, de la viande grasse ou du beurre, et quatre à huit heures après le repas, il les mirent à mort. Ils répétèrent ces expériences un grand nombre de fois, *et toujours ils trouvèrent une très-belle injection laiteuse des vaisseaux chylifères, et le canal thoracique distendu par du chyle laiteux.*

« Sur de jeunes chiens et de jeunes chats qui n'avaient pris

1. Un travail lu à l'Académie de médecine le 3 septembre 1857, par MM. Jeannel et Monsel, a confirmé la vérité de la théorie chimique de l'émulsionnement par les alcalis énoncée *a priori* par M. Mialhe. Les faits observé par MM. Jeannel et Monsel établissent que c'est bien à la présence d'un carbonate alcalin dans le liquide pancréatique qu'est dû l'émulsionnement des corps gras par ce liquide.

aucune nourriture depuis longtemps, Frerichs lia l'intestin grêle bien au-dessous de l'embouchure des canaux biliaire et pancréatique ; puis il injecta dans l'intestin, au-dessous de la ligature, du lait et de l'huile. *Toujours, après deux ou trois heures, il trouva les vaisseaux chylifères de ces animaux remplis de chyle blanc*[1]. »

Nous ignorons si les respectables et savants auteurs de ces expériences furent considérés par M. Bernard comme appartenant à la classe de « ces parasites scientifiques qui, impuissants à rien créer par eux-mêmes, s'accrochent ordinairement aux découvertes des autres, pour les attaquer et faire parler d'eux[2]. » Mais il est certain qu'il ne tint aucun compte de ces critiques, car il continuait encore à professer, en 1856, « que l'acidification qui survient dans l'émulsionnement pancréatique est le résultat d'une action spéciale de sa matière coagulable sur les graisses ; elle n'appartient qu'au suc pancréatique entre tous les liquides intestinaux et ceux de l'économie animale[3]. » Et il consacrait soixante-dix-huit pages à l'interminable exposé de cette théorie !

Cependant, le 1er juillet 1856, un jeune savant formé aux plus difficiles recherches de la physiologie expérimentale, M. Colin, chef du service d'anatomie et de physiologie à l'École vétérinaire d'Alfort, donnait lecture à l'Académie impériale de médecine d'un mémoire ayant pour titre : *De la digestion et de l'absorption des matières grasses sans le concours du fluide pancréatique*. Dans les nombreuses expériences que faisait connaître M. Colin, on avait pratiqué une fistule au canal pancréatique des grands animaux, et surtout des ruminants, opération très-remarquable qui a été indiquée et exécutée pour la première fois

1. Lehmann, *Lehrbuch der physiolog. chemie*, 2e édit. t. II, p. 93 et 94.
2. *Leçons de physiologie expérimentale*, 1855. Préface.
3. *Leçons de physiologie expérimentale*, 1856, p. 261 et 263.

par lui. On pouvait, avec quelque raison, objecter aux expériences de Bidder et Schmidt que ces anatomistes s'étaient bornés à opérer la ligature du canal pancréatique. Il arrive quelquefois que le pancréas est pourvu de plus d'un canal excréteur; par conséquent, il aurait pu se faire, dans ces expériences, que le fluide pancréatique eût trouvé une issue par l'un de ces conduits supplémentaires qui existent chez certains animaux. Cette objection n'était plus de mise dans les expériences de M. Colin, car le fluide pancréatique, ayant un libre écoulement au dehors, et ne rencontrant aucun obstacle qui contrariât sa marche, le canal supplémentaire ne pouvait évidemment rien recevoir pour le conduire dans l'intestin. Or, dans toutes ses expériences, M. Colin vit le chyle toujours chargé de graisse, pendant qu'il laissait couler et recueillait à l'extérieur tout le liquide pancréatique sécrété. Ainsi, le fluide pancréatique n'entrait pour rien dans l'émulsionnement et l'absorption de la graisse.

Les recherches de M. Colin causèrent tout d'abord une certaine sensation, mais nous ne craignons pas de le dire, elles seraient probablement passées inaperçues, si M. le professeur Bérard n'était venu leur prêter le secours de sa puissante autorité. Et qui, en effet, eût été plus apte à remplir une semblable tâche que le professeur de physiologie de la Faculté de médecine de Paris, si versé dans la connaissance de tout ce qui a été dit et écrit en physiologie, et par-dessus tout, historien toujours impartial et fidèle? Nous insistons sur cette qualité d'impartialité que possède au plus haut degré l'honorable professeur de la Faculté de médecine, sur son désir constant de rechercher et d'atteindre la vérité, désir qui se manifeste à chaque ligne de ses écrits. En 1849, M. Bérard n'avait pas hésité à adopter, dans son livre, la doctrine de l'intervention du pancréas dans la digestion des graisses. Éclairé par l'expérience postérieure, il n'a pas balancé ensuite à la condamner sans réserves.

Une commission, dont M. Bérard fut le président, ayant été nommée à l'Académie de médecine pour examiner le travail de M. Colin et en faire l'objet d'un rapport, M. Bérard se consacra, avec un zèle digne des plus grands éloges, à répéter avec l'auteur les expériences renvoyées à l'examen de la commission académique. Huit mois entiers furent employés à répéter et à varier ces expériences sous toutes les formes, et à en instituer de nouvelles pour lever les difficultés que l'on rencontrait sur le chemin de ces intéressantes recherches. Enfin, le 21 avril 1857, M. Bérard lisait, à l'Académie de médecine, un rapport précis, dans lequel se trouve condamnée, d'une manière absolue et sans la moindre réserve, l'opinion de la nécessité du fluide pancréatique dans la digestion des graisses.

Cinq taureaux, quatre vaches, trois chevaux, trente-six chiens, ont été le sujet de ces expériences, dans le détail desquelles il serait superflu d'entrer ici. Contentons-nous de dire qu'en établissant dans le canal pancréatique de ces animaux un tube d'argent, de manière à détourner et faire écouler au dehors tout le fluide pancréatique, M. Bérard a toujours vu l'émulsionnement et l'absorption des graisses continuer de s'accomplir dans les vaisseaux chylifères, comme dans l'état normal. Le chyle étant recueilli en même temps, au moyen d'une fistule placée sur le canal thoracique, présente les mêmes caractères physiques et chimiques que dans les conditions ordinaires. Dans ces curieuses expériences, on a pu obtenir d'un même animal jusqu'à 40 litres de chyle, toujours blanc et laiteux, bien que le fluide pancréatique ne trouvât plus aucun accès dans l'intestin. M. Bérard formule ainsi la conclusion à tirer de ces expériences :

« Puisque chez les animaux de l'espèce bovine on peut, trois et même quatre jours après qu'on leur a lié le conduit excréteur du pancréas, et détourné le suc pancréatique au dehors, retirer du canal thoracique, en vingt-quatre heures, plus de

quarante litres de chyle bien émulsionné et dont l'éther extrait une notable quantité de graisse, le suc pancréatique, chez ces animaux, n'est nécessaire ni pour l'absorption des corps gras. ni pour la formation d'un chyle émulsionné. »

Ainsi, le liquide pancréatique n'est nullement nécessaire pour produire le phénomène de l'émulsionnement des graisses : ce qui ne veut pas dire que ce fluide soit de trop dans l'économie. Le liquide pancréatique intervient, de concert avec la bile et le suc intestinal, pour produire la division et l'émulsionnement des graisses : ces trois liquides concourent ensemble à ce résultat. C'est là, d'ailleurs, ce que les physiologistes professaient depuis bien longtemps. Eberle, dont l'opinion a été reprise en France par M. Bernard, voulait attribuer au suc pancréatique le pouvoir d'agir, dans cette circonstance, seul et à l'exclusion de toute autre humeur. Cette opinion est aujourd'hui condamnée. N'oublions pas, toutefois, que ce dernier physiologiste ajoutait, comme théorie de son propre chef, que l'action émulsive du liquide pancréatique est suivie d'un véritable phénomène chimique, c'est-à-dire de la décomposition de la matière grasse en acides gras et en glycérine; et combien n'a-t-il pas insisté sur cette décomposition! Qu'est devenue cette dernière découverte? Elle est allée rejoindre tant d'autres imaginations de cette école, à qui l'on doit la *physiologie du merveilleux*, et à laquelle nous préférerons toujours la *physiologie du bon sens*.

Nous terminerons cet exposé en considérant le côté moral, pour ainsi dire, de la question qui vient de nous occuper. Sans nul doute, beaucoup de nos lecteurs se demandent comment une théorie si mal étayée, et déjà ruinée en Allemagne, a pu jouir, en France, d'un si long crédit, être l'objet de si peu d'attaques et de controverses. Voici tout le mystère : le savant, qui défendait parmi nous cette théorie, est membre de l'Institut. On ne se fait aucune

idée dans le public de l'empire, ou plutôt du despotisme absolu qu'exerce aujourd'hui, dans les régions scientifiques, une doctrine établie ou patronnée par un membre de l'Académie des sciences. Cet empire est tel que ni maîtres ni élèves ne peuvent s'y soustraire, au grand dommage de la science. A celui qui ose se heurter à un tel obstacle, on peut dire avec le poëte : *Lasciate ogni speranza*. Nous sommes mal à l'aise pour développer les pensées qui se pressent à ce sujet dans notre esprit. Hâtons-nous d'ajouter qu'il se rencontre heureusement, par intervalles, des cœurs fermes qui osent braver les conséquences de cette *terreur académique :* M. Colin est de ceux-là. En accourant à son aide, l'Académie de médecine a donné un bel et noble exemple, qui rendra la confiance à bien des travailleurs hésitants ou découragés. Et quel beau rôle remplirait cette compagnie, qui renferme tant de savants illustres et respectés, si, dans les questions de physiologie et d'anatomie, où elle n'a point de rivale, elle voulait maintenir contre tous le drapeau de la vérité ; et s'il était bien établi qu'une doctrine, triomphante au palais Mazarin, peut trouver ses juges au tribunal plus compétent de l'Académie de médecine !

2

Recherches sur une fonction peu connue du pancréas.

M. le docteur Lucien Corvisart (un beau nom dignement porté) a publié, en 1857, un travail de physiologie plein d'originalité et d'intérêt. Il s'agit de la propriété reconnue au liquide pancréatique d'opérer à peu près comme le suc gastrique lui-même la digestion des aliments azotés. Ce fait singulier, que le liquide pancréatique peut agir comme un succédané physiologique du suc gastrique, concourir

avec lui à la digestion, ou terminer une digestion commencée dans l'estomac, avait été annoncé, il y a plus de vingt ans, par deux physiologistes allemands; mais il avait très-peu attiré l'attention. C'est donc un sujet presque entièrement nouveau qu'a abordé M. Corvisart; il a eu le mérite de l'éclaircir complétement par des expériences nettes, décisives, et qui ne peuvent laisser de doutes sur la réalité de la curieuse fonction qui est dévolue au pancréas pendant l'acte digestif. M. Corvisart a publié, il y a deux ans, sur la *pepsine*, les plus curieuses observations. Il a montré que ce principe actif du suc gastrique, retiré de l'estomac des animaux, peut être employé avec succès chez l'homme pour activer des digestions difficiles et paresseuses. Le même esprit d'ingénieuse observation qui distinguait le travail de M. Corvisart sur l'*emploi médical de la pepsine*, se retrouve dans ses nouvelles recherches relatives au liquide pancréatique. Mais il importe de préciser l'objet des études de ce physiologiste concernant *une fonction peu connue du pancréas*.

En 1834, un physiologiste allemand, Eberle, comme nous venons de le rappeler dans l'article précédent relatif aux fonctions du pancréas, découvrit que le liquide pancréatique a la propriété d'émulsionner les graisses, et par conséquent de concourir à la digestion, en opérant l'absorption des corps gras. Ce fut deux ans après, en 1836, que deux physiologistes allemands, Purkinje et Pappenheim, annoncèrent avoir retiré du pancréas un liquide doué de la propriété de dissoudre les aliments albuminoïdes. C'était une rencontre bien intéressante de voir le pancréas, organe dont les fonctions avaient été jusque-là si peu connues, doué de l'attribut d'un double rôle dans l'accomplissement de la digestion. Mais il importait de vérifier avec soin le fait annoncé par Eberle. En effet, une matière alimentaire simplement dissoute n'est pas digérée pour cela; dans la digestion, l'aliment n'est pas seulement dissous, mais bien

modifié, transformé dans sa nature. Il importait donc d'étudier, ce que l'on n'avait pas fait encore, la véritable action que le suc pancréatique exerce sur les aliments azotés; de rechercher si, par son influence, l'aliment était simplement dissous, ou véritablement digéré. Tel a été l'objet des longues et attentives recherches exécutées par M. Lucien Corvisart, et dont les résultats sommaires peuvent s'énoncer comme il suit:

1° Le suc pancréatique a pour fonction spéciale de digérer les aliments albuminoïdes qui ont échappé à l'action gastrique;

2° Une propriété toute spéciale du suc pancréatique, c'est de digérer aussi bien à l'état alcalin qu'à l'état acide ou neutre, ce qui assure la transformation des aliments albuminoïdes qui ont échappé, en quelque état que ce soit, à l'action de cet organe;

3° La substance qui provient de la digestion supplémentaire opérée par le suc pancréatique est analogue ou semblable à l'*albuminose*, produit qui résulte de l'action digestive du suc gastrique sur les aliments albuminoïdes;

4° Le suc pancréatique paraît avoir un pouvoir transformateur plus énergique que le suc gastrique, ce qui est dû à ce que le premier fluide est plus concentré et contient, pour un même volume, plus de ferment; mais cette supériorité n'est qu'apparente, car la sécrétion du suc gastrique est environ dix fois plus abondante que celle du pancréas;

5° Lorsque le suc gastrique et le suc pancréatique sont séparés, chacun exerce sa fonction dans sa plénitude, et la quantité d'albuminose produite par la digestion est ainsi doublée;

6° Mais c'est une chose remarquable que, si ces deux ferments digestifs se rencontrent à l'état pur, les deux digestions cessent de s'exercer. Loin que le produit digéré soit doublé par cette réunion de deux ferments, il peut,

au contraire, se réduire à rien; car, dans cette circonstance non physiologique, la pepsine et la pancréatine s'entre-détruisent;

7° Dans l'état normal, la nature prévient ce conflit par trois moyens : 1° le pylore, qui sépare les deux ferments; 2° la digestion gastrique même, par laquelle la pepsine, en formant la peptone, se détruit; 3° la bile, qui, ainsi que l'a demontré Pappenheim, anéantit l'activité du ferment gastrique.

XI

MÉDECINE.

1

Nouveaux agents anesthésiques. — L'anesthésie locale. — Les anesthésiques topiques, l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, etc. — L'amylène. — Résultats obtenus en Angleterre et en France par l'emploi chirurgical de ce produit.

On s'est beaucoup préoccupé en 1857, tant en France qu'en Angleterre, de la découverte et de l'emploi de nouveaux agents anesthésiques, c'est-à-dire des substances qui, inspirées à l'état de vapeur, ont la propriété d'anéantir ou d'atténuer l'impression de la douleur pendant les opérations. La découverte de la méthode anesthésique a été l'une des plus magnifiques conquêtes de la science moderne; mais ses bienfaits sont contre-balancés par certains périls. Le chloroforme ou l'éther, administrés chirurgicalement, ont quelquefois entraîné la mort sans que la science pût fournir aucun moyen de prévenir ou de conjurer cette issue fatale. Sans doute, les dangers qui se rattachent aux inhalations du chloroforme sont numériquement, excessivement faibles; mais la chance mortelle, quelque minime qu'elle soit, existe pourtant; elle plane sur chaque opération, elle laisse le chirurgien et le malade en proie à des préoccupations qui sont, en elles-mêmes, une condition très-fâcheuse, et qu'il importerait beaucoup de voir disparaître. Aussi, le désir de voir le chloroforme remplacé

par une substance moins active et présentant par conséquent moins de dangers, restait-il au fond de tous les esprits depuis que la pratique a mis en évidence les dangers qui peuvent résulter des inhalations chloroformiques.

C'est ce désir qui, excitant le zèle des chirurgiens de tous les pays, a provoqué, depuis quatre ans, un grand nombre de recherches ayant pour objet la découverte de nouveaux composés anesthésiques, ou celle d'une méthode particulière pour leur administration.

L'anesthésie locale, à laquelle M. Simpson, d'Édimbourg, a eu l'honneur d'attacher son nom, a marqué le premier pas fait dans cette direction utile. Mais, après avoir jeté quelques lueurs, cette méthode a dû être abandonnée. L'anesthésie par réfrigération a donné de meilleurs résultats, et elle tend à être conservée dans la pratique.

Plus récemment, les journaux de médecine ont annoncé divers résultats obtenus par l'emploi de nouveaux anesthésiques. On a fait connaître les propriétés dont jouissent, à ce point de vue, l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, l'éther azoteux, l'éther formique, l'aldéhyde, etc. Mais il est une observation importante à faire, à propos de l'emploi de ces divers produits comme agents anesthésiques. La plupart sont des poisons actifs; il y aurait donc imprudence grave à les introduire dans la pratique chirurgicale. Le gaz oxyde de carbone, sur lequel on a le plus insisté, détermine la mort quand il est mêlé, dans la proportion de deux à trois centièmes seulement, à l'air respiré. Le gaz acide carbonique, comme chacun le sait, asphyxie rapidement. L'administration des autres substances anesthésiques qui ont été proposées s'accompagnerait des mêmes dangers. L'éther azoteux et l'éther formique amènent une rigidité persistante des muscles du cou; l'aldéhyde, essayée par M. Simpson, outre qu'elle n'a amené que rarement une

insensibilité complète, occasionne une toux fatigante. Le gaz hydrogène bicarboné et le gaz chloroxycarbonique, dont l'action ne paraît pas différer beaucoup de celle du gaz oxyde de carbone, exposeraient probablement aux mêmes dangers, et on peut en dire autant des éthers sulfuriques, tellurhydrique, cyanhydrique, sélenhydrique, du sulfure de carbone et de l'huile de naphte, qui ont été successivement signalés comme propres à produire l'insensibilité dans les opérations chirurgicales[1].

C'est donc une règle dictée par la prudence, que de conserver pour l'usage de l'anesthésie locale, la série des divers composés que nous venons d'énumérer, et qui ont pour caractère d'exercer une action toxique sur l'économie. Les gaz oxyde de carbone et acide carbonique pourront être adoptés sans inconvénients, et même avec un avantage marqué, à l'état de douches gazeuses, pour un emploi topique, par exemple sur des plaies douloureuses situées en diverses régions du corps; mais administrer ces nouveaux agents selon la méthode habituelle, c'est-à-dire par l'inhalation pulmonaire, de manière à produire l'insensibilité de toute l'économie, ce serait, pour le chirurgien, encourir la responsabilité de graves accidents.

Une substance nouvelle, dont la propriété anesthésique a été découverte en 1857 en Angleterre, paraît exempte des inconvénients que nous venons de signaler. Cette substance, c'est l'*amylène*, liquide très-volatil, très-pénétrant, qui jouit des mêmes propriétés que le chloroforme et l'éther, c'est-à-dire plonge l'individu qui respire ses vapeurs dans un état d'insensibilité complète, sans porter atteinte aux autres fonctions de l'économie.

1. Les seuls agents anesthésiques qui ne puissent donner lieu à des dangers réels, parce qu'ils n'agissent pas comme de simples poisons, sont le chloroforme, l'éther sulfurique, les éthers chlorhydrique, bromhydrique, chlorhydrique chloré, acétique, l'aldéhyde, le chloroformométylal et l'huile de naphte.

L'*amylène*, qui a été découvert par M. Cahours dans l'huile de pomme de terre, et plus tard, en 1844, par M. Balard, dans le produit de la distillation du marc de raisin, est un carbure d'hydrogène, liquide, incolore, d'une odeur analogue à celle de l'huile de naphte, entrant en ébullition à la température de 35°, et dont la vapeur a une pesanteur spécifique de 2,45. On l'obtient en faisant agir, à l'aide de la chaleur, l'acide sulfurique, ou mieux le chlorure de zinc en solution concentrée, sur l'essence de pomme de terre ou l'huile volatile que donne la distillation du marc de raisin.

Les eaux-de-vie de marc et les liqueurs qui résultent de l'action du ferment sur la fécule de pommes de terre, possèdent une saveur très-désagréable, qui provient de ce qu'elles renferment, en grandes proportions, une matière huileuse, chimiquement analogue à l'alcool du vin, et qui a reçu des chimistes le nom d'*alcool amylique*, pour rappeler cette communauté de nature. On sait que lorsqu'on met en contact avec l'alcool ordinaire des agents chimiques avides d'eau, tels que l'acide sulfurique, l'acide phosphorique concentré, les gaz fluo-borique et fluo-silicique, et le chlorure de zinc en solution concentrée, on obtient le *gaz oléfiant* ou gaz hydrogène bi-carboné, c'est-à-dire le carbure d'hydrogène propre à l'alcool ordinaire. De même, quand on fait agir sur l'alcool amylique les agents de déshydratation nommés ci-dessus, l'acide sulfurique, l'acide phosphorique, le chlorure de zinc, etc., on obtient le carbure d'hydrogène propre à l'alcool amylique ; ce carbure, c'est l'*amylène*, qui, d'après cela, n'est autre chose que l'anologue, où, comme on le dit en chimie, l'*homologue* du gaz oléfiant, et qui joue, dans la constitution de l'alcool amylique, le même rôle que le gaz oléfiant joue dans la constitution de l'alcool du vin.

L'auteur de la découverte des propriétés anesthésiques de l'amylène, est M. John Snow, qui est à Londres, le dis-

pensateur à la mode des agents anesthésiques. Ce praticien s'occupe avec une grande ardeur de l'administration de ces précieux agents; il a formulé des préceptes pour l'emploi du chloroforme, et a imaginé pour l'inhalation de ces vapeurs, un instrument *ad hoc* qui, ayant été appliqué à une bouche royale, est devenu promptement populaire en Angleterre. Constamment à la recherche de nouveaux moyens d'anéantir la sensibilité, il a vu ses efforts couronnés de succès par la découverte des propriétés de l'amylène.

M. Snow a procédé avec beaucoup de prudence dans les essais de ce produit. Après l'avoir expérimenté sur des animaux et sur lui-même, le 10 novembre 1856, il l'emploie sur deux jeunes gens pour des extractions de dents. Dans ce premier essai, la réussite est incomplète. Le 4 et le 5 décembre, il obtient un succès remarquable dans des opérations légères. Le 13 décembre, on entreprend des opérations plus graves; M. Fergusson, chirurgien de l'un des grands hôpitaux de Londres, pratique heureusement l'amputation de la cuisse et l'opération de la taille. Appuyé sur ces résultats, M. Snow fit connaître, le 10 janvier 1857, sa découverte à la *Société royale* de Londres; les opérations étaient alors au nombre de vingt-deux. Voici les principaux faits qu'avait constatés M. Snow.

« Le temps nécessaire pour produire l'anesthésie a varié de deux à six minutes; les doses employées s'élevaient d'une demi-once à trois onces d'amylène, que l'on versait sur une éponge pour les faire respirer au malade. On n'a observé ni salivation ni nausées. L'assoupissement était moins profond qu'avec le chloroforme. L'intelligence a paru persister chez deux malades, quoique la sensibilité fût éteinte. La respiration et la circulation s'accéléraient; la face devenait turgescente. »

M. Smith, médecin-accoucheur à Londres, réussit à enlever, par l'amylène, la conscience des douleurs qui accom-

pagnent les contractions utérines, en déterminant une anesthésie fugace, mais complète : les contractions conservaient toute leur force. M. Smith produisit, sans aucun fâcheux symptôme, l'anesthésie et la stupeur pendant les dernières douleurs de l'accouchement.

Les praticiens de Paris s'empressèrent, dès qu'ils en eurent connaissance, de soumettre à une vérification attentive les faits annoncés par le chirurgien de Londres. Après quelques hésitations, inévitables dans une question nouvelle, l'observation parut avoir confirmé les assertions du chirurgien anglais.

M. Giraldès, agrégé de la Faculté de médecine de Paris et chirurgien de l'hôpital des Enfants-Trouvés, communiqua à l'Académie des sciences les résultats qu'il a obtenus de l'emploi anesthésique de l'amylène chez vingt-cinq enfants de différents âges. Ces résultats étaient favorables au nouvel agent. Voici la note que l'on trouve à ce sujet dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*.

« Après les esais tentés, dans un des hôpitaux de Londres, par M. John Snow, sous le contrôle des chirurgiens de l'établissement, je me suis trouvé, dit M. Giraldès, suffisamment autorisé pour essayer ce nouvel agent dans les cas où il était nécessaire de produire l'anesthésie. Depuis le 24 janvier, je m'en suis servi en place de chloroforme, chez vingt-cinq enfants de divers âges; et de ce que j'ai observé, je crois pouvoir déduire les conséquence suivantes :

« 1° L'amylène est respiré plus facilement, avec plus de tranquillité, moins d'effort que le chloroforme;

« 2° L'anesthésie s'obtient très-rapidement;

« 3° Le sommeil anesthésique est plus calme, plus naturel, sans stertor;

« 4° Les malades anesthésiés reviennent vite à l'état normal;

« 5° L'inhalation amylénique ne provoque pas de nausées, de vomissements ou de congestions vers la tête;

« 6° Les malades ne souffrent pas; après l'anesthésie, ils reprennent leur gaieté. Si l'expérience ultérieure ne vient pas contredire ce qui a déjà été observé, l'amylène pourra remplacer avec beaucoup d'avantage le chloroforme. »

M. Tourdes, professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg, adressa, dans la même séance de l'Académie, un Mémoire dont les conclusions étaient également tout en faveur de l'amylène. M. Tourdes s'était surtout proposé d'établir, au moyen d'expériences faites sur des animaux, la complète innocuité de l'amylène. Cet expérimentateur a pu anesthésier le même animal un grand nombre de fois sans que sa vie ait été compromise : le rétablissement a été rapide après les épreuves les plus multipliées. Ainsi, M. Tourdes a pu épuiser sur un lapin les effets de 2, 4 et 6 grammes d'amylène, et même au delà ; l'animal dormait tant que l'agent anesthésique était administré en quantité suffisante ; il se réveillait dès que les vapeurs diminuaient, et revenait complétement à lui, malgré les conditions défavorables où il était placé (la tête engagée dans une poche de caoutchouc), conditions dans lesquelles la mort est infaillible avec le chloroforme.

Dans ces expériences, aucun animal n'a péri par les seuls effets de l'amylène, bien que cette substance ait été employée à très-haute dose et que son action ait été prolongée.

Disons enfin que, dans un rapport fait à l'Académie de médecine, le 14 mai 1857, M. Robert fit connaître une série d'observations qui tendaient à établir l'utilité de l'amylène comme agent anesthésique.

Il faut pourtant nous hâter d'ajouter que l'expérience ultérieure n'a pas confirmé l'espoir que l'on avait mis au début dans l'utilité de l'amylène comme moyen commode et inoffensif de produire l'insensibilité. Deux cas de mort sont arrivés pendant l'administration de cet agent, et ces deux faits malheureux se sont produits entre les mains de M. Snow, c'est-à-dire de l'auteur même de la découverte de la propriété anesthésique de ce composé.

Ces deux faits suffiraient pour faire tenir désormais l'amylène en grande suspicion ; mais ils ne sont pas isolés.

Chargé par l'Académie de médecine de faire un rapport sur la communication de M. Giraldès, M. Jobert a institué une série d'expériences et d'observations dont il a exposé le résultat dans la séance du 18 août de l'Académie de médecine. Ces expériences et ces observations viennent ajouter encore au triste témoignage des deux accidents arrivés en Angleterre pendant l'administration de l'amylène.

M. Velpeau a insisté plus énergiquement encore que M. Jobert pour demander le rejet absolu de l'amylène de l'emploi chirurgical. Les termes dont s'est servi M. Velpeau ne permettent pas, on va le voir, de songer plus longtemps à conserver l'usage de ce produit, et la discussion qui a eu lieu à l'égard de l'amylène, à l'Académie de médecine, peut être considérée comme la dernière péripétie de l'histoire de cet anesthésique.

« Il me paraît démontré, a dit M. Velpeau, par les expériences de M. Jobert, que l'amylène n'a aucun avantage sur le chloroforme, qu'elle est plus difficile à manier, qu'elle remue plus profondément l'organisme, en un mot qu'elle est plus dangereuse. S'il avait pu d'ailleurs rester encore quelques doutes sur ces dangers, il ne serait plus permis de les conserver maintenant après le second malheur que les journaux de médecine viennent de nous faire connaître, et dont vous avez tous pu lire la relation aujourd'hui même. Pour la seconde fois, l'amylène a causé la mort, et cela par une petite opération insignifiante qui eût pu être pratiquée sans le secours des anesthésiques, pour une petite tumeur carcinomateuse de la région du dos. Ici il n'y a pas à faire valoir des circonstances atténuantes, comme on a pu être fondé à le faire pour la plupart des malheurs arrivés avec le chloroforme. Ce nouveau malheur a eu lieu publiquement, dans un grand hôpital de Londres, et entre les mains de qui? entre les mains de M. Snow lui-même, l'inventeur de l'amylène!

« Une substance pareille, qui en aussi peu de temps et sur un aussi petit nombre d'expériences, a pu produire deux fois la mort entre les mains de celui-là même qui a cherché à en introduire l'usage dans la pratique, et qui en a le plus étudié les

effets, doit être désormais proscrite d'une manière absolue. L'amylène ne peut rien faire de plus que le chloroforme : elle n'a donc aucun avantage sur lui ; elle a de plus nombreux inconvénients et elle est manifestement plus dangereuse. C'est donc, je le répète, un agent à repousser, à bannir absolument de la pratique. Je déclare, pour ma part, que je considérerais comme blâmables les chirurgiens qui persisteraient à en faire de nouveaux essais. »

Il ne faudrait pas cependant tirer des résultats fâcheux qu'a pu produire l'amylène une conclusion défavorable à l'emploi général en chirurgie des agents anesthésiques. Dans le petit nombre de cas malheureux qui a été observé par le fait de l'administration chirurgicale du chloroforme, de l'éther sulfurique ou de l'amylène, la mort est survenue par suite d'une prédisposition de l'organisme plutôt que par l'administration excessive ou intempestive des vapeurs anesthésiques. C'est donc à la méthode elle-même plutôt qu'à l'agent employé qu'il faut imputer ces revers. Il est bien établi, en effet, que la mort peut survenir dans le cours des inhalations anesthésiques ; mais on sait aujourd'hui que ce résultat fatal, qu'aucun moyen humain ne peut faire prévoir d'avance, tient à une prédisposition toute spéciale de l'organisme, prédisposition d'ailleurs excessivement rare et exceptionnelle relativement au nombre des opérés.

Il suffira pour fixer exactement les idées sous ce rapport et pour réduire les appréhensions à leur véritable mesure, de dire que M. Velpeau, par exemple, qui, dans un intervalle de dix années, a employé le chloroforme trois ou quatre mille fois, pour des opérations de toute nature, sur des personnes d'âge et de sexe différents, n'a jamais eu aucun accident à déplorer. On pourrait emprunter à la pratique d'autres chirurgiens de Paris des résultats tout aussi rassurants. Ainsi, les dangers qui se rattachent à l'administration des anesthésiques sont contenus dans des limites de probabilité tellement restreintes, qu'ils ne peuvent consti-

tuer et qu'ils ne constituent réellement aucun obstacle à l'emploi universel, en chirurgie, de cette admirable méthode.

2

Anesthésie par l'acide carbonique gazeux.

Des expériences suivies depuis deux ans, en Allemagne et en France, ont mis hors de doute la propriété anesthésique dont jouit le gaz acide carbonique, et les avantages qu'il présente pour calmer momentanément les douleurs pathologiques ayant un siége externe et pouvant être soumises à l'action directe et locale de ce gaz. M. le docteur Follin, agrégé de la Faculté de médecine de Paris, s'est consacré à l'étude des moyens qui permettent d'administrer le gaz carbonique pour anéantir ou atténuer une douleur locale. Les affections utérines ont été soumises, avec succès, à l'action de ce nouvel agent d'anesthésie, et, dans un travail récent, M. Follin a appelé l'attention sur les heureux effets que produit le gaz carbonique pour apaiser et faire momentanément disparaître les douleurs ayant leur siége dans la vessie.

Voici comment on doit procéder pour mettre en œuvre cette nouvelle acquisition de la chirurgie bienfaisante. On remplit de gaz acide carbonique, préparé au moyen de l'acide sulfurique et du carbonate de chaux, une vessie ou un sac de caoutchouc muni d'un robinet. On sonde le malade avec une sonde ordinaire en caoutchouc, et on met cette sonde en communication avec le réservoir d'acide carbonique au moyen d'un petit tube de caoutchouc vulcanisé, dont une extrémité embrasse la sonde et l'autre le robinet du réservoir de gaz. Comprimant alors le sac de caoutchouc qui renferme l'acide carbonique, on fait passer ce gaz dans la vessie du malade, laquelle, se distendant graduellement, remonte bientôt jusque dans la région hypogastrique; on

constate aisément alors, par la percussion à travers les parois de l'abdomen, la présence d'une masse gazeuse dans l'intérieur de cet organe. Avant de retirer la sonde, on lie le tube de caoutchouc que l'on y a adapté pour l'introduction du gaz.

Le gaz carbonique ainsi introduit dans la vessie s'y absorbe lentement et produit sur cet organe malade un effet très-sensible d'anesthésie, dont on pourra tirer un parti utile dans le traitement de beaucoup d'affections de l'appareil génito-urinaire. L'absorption du gaz est assez lente pour qu'une certaine quantité d'acide carbonique reste dans la vessie jusqu'à la première émission d'urine, même quand celle-ci n'a lieu qu'au bout de trois à quatre heures. Après cette émission, il ne reste plus que fort peu de gaz dans la vessie; cependant l'action anesthésique de l'acide carbonique se prolonge jusqu'au lendemain matin.

3

Le sphygmomètre. — Observations sur le ralentissement du pouls dans la période d'imminence du choléra.

M. le docteur Poznanski, de Wilna, en Pologne, a présenté à l'Académie des sciences des observations qui auraient pour résultat d'établir que la période d'imminence du choléra est caractérisée par un ralentissement notable du pouls. Des études faites sur trois cents détenus bien portants dans la prison de Wilna pendant l'invasion cholérique de 1848, et à Saint-Pétersbourg en 1853, sur un régiment de la garde impériale, pendant l'épidémie cholérique, ont amené l'auteur à déduire les résultats suivants :

1° Pendant les épidémies cholériques, plusieurs individus, tout en jouissant d'une bonne santé, sont atteints d'un ralentissement du pouls très-notable; le nombre des

pulsations descend à quarante-cinq et même quarante-deux par minute;

2° Ce ralentissement n'est accompagné pour la plupart du temps d'aucun symptôme ou indice morbide;

3° Les cas de choléra ne se produisent que parmi les individus atteints préalablement du ralentissement de la circulation;

4° Le ralentissement du pouls, qui devance souvent de plusieurs semaines les symptômes cholériques, peut avec raison être considéré comme signe pathognomonique ou prodromique de l'imminence du choléra.

Le fait essentiel qui résulte des observations de M. Poznanski, c'est le ralentissement du pouls comme signe indicateur de l'imminence du choléra; d'où la nécessité, pendant le règne d'une épidémie cholérique, de surveiller l'état du pouls, et, lorsque ce ralentissement est constaté, de soumettre les sujets à l'usage des moyens propres à activer la circulation, afin de prévenir l'explosion de la maladie et d'en préserver ainsi les populations.

Nous devons nous borner à faire connaître ici cette proposition fondamentale, qui, pour être admise, aura besoin de s'appuyer sur un nombre beaucoup plus considérable d'observations faites en différents pays. Aussi, est-ce moins sur cette proposition que sur un instrument particulier qui s'y rattache que nous désirons appeler l'attention du lecteur.

On vient de voir que les observations de M. Poznanski ont porté, dans le premier cas, en Pologne, sur trois cents détenus d'une prison; dans le deuxième cas, à Saint-Pétersbourg, sur un régiment tout entier de la garde impériale. L'exploration du pouls d'un si grand nombre d'individus aurait entraîné beaucoup de temps, pratiquée à la manière ordinaire. Mais la science possède un instrument fort ingénieusement construit, qui a reçu le nom de *spyhgmomètre*, et à l'aide duquel M. Poznanski a pu, chaque

matin, dans un espace de temps fort court, tâter le pouls à tout son régiment.

Qu'est-ce donc que le *sphygmomètre?* C'est un tube de verre d'un diamètre très-petit, contenant du mercure, et assez semblable à un thermomètre; seulement, le réservoir est formé d'une membrane élastique, telle qu'un morceau de gant, une peau ordinaire ou une peau de vessie. Quand on applique au poignet, sur l'artère radiale, le réservoir de l'instrument muni de cette membrane élastique, les pulsations de l'artère soulèvent le mercure d'une manière saccadée et correspondante au mouvement du pouls; par l'effet de ces impulsions, le mercure s'élève dans le tube, et traduit, par ses oscillations, la marche du sang dans l'artère. C'est donc une manière de *voir* le pouls au lieu de le *sentir* par le tact, et l'on conçoit que ce moyen d'opérer soit précieux lorsqu'il s'agit de soumettre en peu de temps un grand nombre d'individus à l'exploration du pouls.

Le *sphygmomètre* est une invention française. En 1833, M. Paul Garnier, l'habile horloger-mécanicien qui s'est distingué plus tard dans la construction des horloges électriques, présenta à l'Académie des sciences, de concert avec le docteur Hérisson, le premier instrument de ce genre, qui fut accueilli avec beaucoup de curiosité et d'intérêt, et devint l'objet d'un rapport à l'Institut. Mais le sphygmomètre de MM. Paul Garnier et Hérisson manquait de sensibilité. Pour combattre l'effet de la capillarité, qui avait pour résultat de diviser la colonne de mercure en raison de l'adhérence du liquide aux parois du verre, on avait été obligé de donner au tube un certain diamètre, et par suite, beaucoup de longueur. C'est ainsi que le docteur Alliston, de Londres, et un médecin américain qui a construit récemment un instrument semblable, dont la description se trouve dans le *Scientific American* de New-York, du 13 juin 1857, ont été conduits à donner

au tube du sphygmomètre une longueur de plus de 50 centimètres, ce qui rend l'instrument gênant et d'un usage incommode. Par une modification très-ingénieuse, et qui trouvera sans doute pour d'autres cas des applications utiles, M. le docteur Poznanski est parvenu à réduire cet instrument à quelques centimètres de longueur, ce qui le rend éminemment portatif. La modification introduite dans le sphygmomètre par le médecin polonais consiste à placer dans l'intérieur du tube un fil très-mince de crin ou de fer. Ce fil a l'avantage de diminuer, dans une proportion considérable, l'adhérence du mercure contre les parois du tube, d'augmenter par conséquent dans la même proportion la sensibilité de l'instrument, et de réduire extrêmement ses dimensions. Ainsi modifié, le sphygmomètre constitue un instrument curieux et commode, dont la médecine pratique pourra tirer parti dans quelques circonstances.

4

Statistique médicale de la France par M. Félix Roubaud.

L'*Annuaire médical et pharmaceutique de la France* pour 1857 renferme des résultats statistiques curieux en ce qui concerne le nombre des médecins de notre pays et leur répartition dans les divers départements. On chercherait vainement ailleurs ces renseignements qui sont le fruit de longues années de recherches et de patientes études de la part de M. Félix Roubaud, le rédacteur de la *France médicale*, recueil bien connu par l'impartialité et l'indépendance de ses vues. M. Roubaud est seul en France à posséder un recensement complet des médecins et des pharmaciens. Jusqu'à ces dernières années, le gouvernement ne s'était jamais occupé de ces deux professions, et l'on ne connaissait que d'une manière approximative, d'après les chiffres publiés en 1843 par M. le docteur Lucas-

Championnière, le nombre des médecins. Depuis trois ans seulement, le gouvernement, en vertu des lois de ventôse et de germinal, a imposé aux préfets le recensement périodique des médecins et des pharmaciens de leurs départements. Par malheur, ce travail, outre qu'il n'est pas exécuté partout, faute de fonds alloués par les conseils généraux, est fort inexactement dressé. On voit figurer sur ces listes des praticiens morts depuis dix ans, et, d'un autre côté, on n'y trouve pas des hommes haut placés dans la hiérarchie médicale, tels, par exemple, que des professeurs de Faculté ou d'écoles préparatoires de médecine.

Cette absence de documents complets, et l'incohérence de ceux, en petit nombre, que l'administration possède, expliquent le silence gardé par la section de statistique du ministère de l'agriculture, qui n'a jamais rien publié sur les professions médicale et pharmaceutique.

Il faut donc recourir, pour ce genre d'indications, à l'*Annuaire* de M. Félix Roubaud.

Nous allons faire connaître quelques-uns des résultats auxquels M. Félix Roubaud est parvenu par le classement de ses relevés statistiques des professions médicales.

Il existe aujourd'hui en France 11 258 docteurs en médecine et en chirurgie; 6765 officiers de santé, et 5540 pharmaciens.

Dans le relevé publié en 1853, dans sa *Statistique médicale de la France*, M. Roubaud avait trouvé qu'il existait, dans les quatre-vingt-six départements, 11 217 docteurs en médecine; 7221 officiers de santé; 5175 pharmaciens; 1177 établissements hospitaliers, et 103 857 lits d'hôpitaux ou hospices.

S'il était possible de répartir uniformément sur tout le territoire de la France les médecins (docteurs et officiers de santé), les pharmaciens et les hôpitaux, on aurait, d'après cela :

1 médecin sur 1940 habitants;
1 pharmacien sur 6914 habitants;
1 hôpital sur 30 400 habitants;
1 lit d'hôpital sur 344 habitants.

Mais il s'en faut de beaucoup que la répartition soit telle; les différences qui résultent de ces inégalités suivent des lois constantes, selon que l'on se place au point de vue topographique, ou bien au point de vue de la richesse des départements.

En se fondant sur le recensement qu'il a exécuté en 1856, et dont nous avons donné les résultats plus haut (11 258 docteurs, 6765 officiers de santé et 5540 pharmaciens), M. Félix Roubaud arrive à des conclusions qu'il est intéressant de connaître.

Les praticiens disséminés sur toute la superficie de la France n'y sont pas répartis d'une manière uniforme, ni dans une proportion constante avec le chiffre de la population. Au point de vue de cette inégalité de répartition et sous le rapport topographique :

1° Le nombre des médecins (docteurs et officiers de santé) est plus élevé dans le midi que dans le nord de la France.

2° Le chiffre des docteurs, comparé à celui des officiers de santé, est plus fort dans les départements du Midi que dans ceux du Nord.

3° Les départements du centre offrent tout à la fois les caractères des zones du Nord et des zones du Midi : ils se rapprochent des départements du Nord par le total de leurs praticiens, mais ils ressemblent aux départements du Midi par la supériorité numérique des docteurs sur les officiers de santé;

4° Pour les pharmaciens, les lois de leur répartition sont identiques, c'est-à-dire que le nombre des pharmaciens est plus élevé dans le Midi que dans le Nord.

Se plaçant ensuite au point de vue de la richesse ou de la pauvreté des départements, M. Félix Roubaud arrive aux conclusions suivantes :

1° Les départements riches comptent moins de médecins praticiens que les départements pauvres ;

2° Dans les département pauvres, le chiffre des docteurs est supérieur à celui des officiers de santé, tandis que, dans les départements riches, les officiers de santé sont plus nombreux que les docteurs.

Les pharmaciens sont soumis à une loi de répartition inverse de celle des médecins : tandis que ces derniers sont plus nombreux dans les départements pauvres, les départements riches offrent, pour les pharmaciens, une supériorité numérique assez grande.

M. Félix Roubaud est arrivé à des résultats statistiques qu'il importe de connaître pour l'avenir de l'institution des *médecins cantonaux*, établie en France depuis quelques années, en vertu d'une mesure législative. Il est indispensable de savoir, en ce qui concerne cette question, que quatre-vingt-quatorze cantons de la France sont encore entièrement dépourvus de médecins et de pharmaciens, et que ces cantons appartiennent tous aux départements pauvres. L'établissement des médecins cantonaux dans ces contrées rencontrera de réels obstacles, car le médecin cantonal n'ayant rien à attendre de sa clientèle, devra recevoir des appointements suffisants pour lui et sa famille. C'est donc une aggravation très-lourde que l'on imposera au budget des départements les plus pauvres, pour y établir des médecins cantonaux. Aussi M. Roubaud conclut-il à l'impossibilité de généraliser dans toute la France l'institution des médecins cantonaux. Il est d'avis qu'il faut laisser à chaque département la liberté d'initiative et la faculté d'abstention pour cette institu-

tion nouvelle, qui répond néanmoins à un besoin réel de nos populations, et qui a déjà rendu dans les contrées pauvres de notables services.

5

Découverte du tombeau d'Hippocrate à Larisse.

D'après le témoignage de Soranus d'Éphèse, qui vivait au IIe siècle, sous l'empire de Trajan et d'Adrien, on admet qu'Hippocrate, le père de la médecine, mourut et fut inhumé à Larisse, en Thessalie. Les divers historiens de la médecine ont accepté et répété ce fait. Aujourd'hui encore, une tradition conservée en Thessalie, place dans la cité de Larisse le tombeau de ce médecin à jamais célèbre.

Ce fut donc sans trop de surprise qu'au mois de mai 1857, on apprit par les journaux de la Grèce que le tombeau d'Hippocrate venait d'être découvert, par un hasard heureux, dans la ville de Larisse. Des renseignements détaillés sur les circonstances qui ont accompagné cet événement ont été publiés dans un journal de médecine, l'*Abeille médicale d'Athènes*; et la *Gazette hebdomadaire de médecine de Paris*, dans son numéro du 25 septembre, a donné la traduction de ce document, qui consiste en une lettre adressée par le docteur Samartsidès au rédacteur de l'*Abeille médicale d'Athènes*. Cette version est due à M. René Briau, bibliothécaire de l'Académie de médecine de Paris, helléniste distingué, à qui l'on doit la traduction de plusieurs ouvrages de médecine des auteurs grecs, et en particulier la *Chirurgie de Paul d'Égine*, qui a fondé la juste réputation de ce médecin érudit.

Voici la traduction donnée par M. René Briau, dans la *Gazette hebdomadaire de médecine*, de la lettre de M. Sa-

martsidès relative à la découverte du tombeau d'Hippocrate :

A M. Goudas, rédacteur en chef de l'Abeille médicale d'Athènes.

« Presque tous les historiens de la médecine rapportent que le divin Hippocrate, père de notre art, originaire de Cos, voyagea beaucoup, pour apprendre à guérir les maladies et pour étudier les moyens propres à chaque pays dans la médecine et dans l'hygiène; que, vers la fin de son illustre carrière, il vint mourir à Larisse, en Thessalie. Sprengel dit : « Suivant « Soranus, Hippocrate mourut à Larisse, où, jusqu'à ces derniers temps, on montrait son tombeau entre cette ville et Gyrton. » Suidas, au mot Hippocrate dit : « Et il fut enterré à « Larisse. » Foës, se conformant à ce qui nous a été conservé par Soranus sur la vie d'Hippocrate, dit : « Or, il fut enterré « entre Gyrton et Larisse, et on y montre jusqu'à présent son « tombeau. » Le lexicographe de l'archéologie, Pauly, dit : « Hippocrate mourut et fut enterré à Larisse, et les Larisséens, « deux siècles après le Christ, montraient le tombeau d'Hippocrate. »

« Parmi les modernes, les célèbres Rhigas de Phères et Gazès soutiennent que le tombeau d'Hippocrate existe parmi les tombeaux des Ottomans, situés en dehors de Larisse, au lieu appelé *Quartier des Arnautes*. L'immmortel Coray dit à peu près la même chose. De tout cela, il ressort que le père de la médecine mourut à Larisse, et qu'il fut enterré le long du chemin qui passe entre cette ville et l'ancienne Gyrton, et qu'en outre, jusqu'à ces derniers temps, les habitants montraient le tombeau d'Hippocrate. Or, suivant les cartes géographiques de l'ancienne Grèce, la ville appelée aujourd'hui Tyrnabe est située exactement dans l'ancienne Gyrton, ou bien à côté et un peu au nord. Voilà pour ce point. Mais, depuis que je me suis établi ici, j'ai appris ce qui suit d'un homme érudit, M. Thomas Andréadès, au sujet du tombeau d'Hippocrate.

« En 1826, après une inondation, quelques paysans découvrirent, à dix minutes de la ville actuelle de Larisse, à l'est de la route qui conduit de Larisse à Tyrnabe, et près des villages de Giannouli et du Kiosque, une tombe ou sarcophage. En apprenant cette nouvelle, M. Thomas Andréadès et un autre savant larisséen, M. Jean OEconomidès, s'empressèrent de

faire des recherches. En creusant un peu, ils découvrirent sur la tombe une tablette de pierre qui portait gravées très-lisiblement les lettres IΠΠΟΚΡΑΤ et quelques autres.

« Ces messieurs n'osant pas, à cause des troubles de cette époque et de la cruelle persécution contre les chrétiens, entreprendre d'autres recherches, s'empressèrent de faire connaître cette circonstance à un Ottoman puissant de cet endroit qui protégeait les chrétiens, Ned jid-Bey. Celui-ci, persuadé que la chose en valait la peine (autant que peut l'être un Ottoman ignorant la valeur d'une pierre ou tombeau des hommes morts depuis des siècles), envoya sur les lieux des serviteurs, en leur ordonnant de transporter dans sa maison la tablette de pierre portant l'inscription, et ce qu'on pourrait trouver daus le sarcophage. La tablette ayant été levée, raconte M. Thomas Andréadès qui était présent, on trouva dans le sarcophage diverses anciennes pièces de monnaie et une chaînette d'or ayant la forme d'un serpent. Mais ces objets furent immédiatement pillés. Quant à la tablette de pierre, elle fut portée dans la maison du bey; mais, celui-ci étant mort peu de temps après, la destinée de la tablette fut complétement ignorée, ainsi que la teneur de l'inscription.

« Après avoir appris ces détails, je fouillai, avec la permission de l'épouse du bey, toute sa somptueuse maison, afin de trouver la précieuse tablette. Après beaucoup de recherches inutiles, je la découvris enfin, heureusement saine et sauve, et non renversée, dans la salle de bains de la maison. J'y lus exactement l'inscription suivante, que je copie simplement en lettres communes, ne pouvant ni imiter les caractères gravés, ni les modeler. Je conclus de leur forme qu'ils sont très-anciens. Ils présentent, comme vous le voyez, cinq lignes. Les lettres qui y sont tracées et que je figure ici sont faciles à lire. Pour les endroits marqués par des points, ils portaient indubitablement des caractères; mais ils ont été effacés par le frottement et par le temps, ou, du moins, leur lecture offre de grandes difficultés à moi, médecin, comme vous savez, qui ne me suis jamais occupé de cette sorte d'études.

« L'inscription est ainsi conçue :

.... IΠΠΟΚΡΑΤ .... ΚΩ .... ΑΓΛΑΟΦ ....
.... ΣΩΜΑ ....
ΠΟΛΕΙ .... ΜΕ .... ΤΕΛΕΣΦ ....
ΑΓΑΘΠ .... ΑΡΕ .... ΕΝΕΚΑ.........
.... ΧΡΠΣΤΕ .... ΧΑΙΡΕ.

« Après avoir copié cette inscription, je me suis empressé de rechercher le sarcophage à l'endroit indiqué. Je l'ai trouvé heureusement sain et sauf et caché sous un peu de terre. J'ai pensé qu'il était de mon devoir de vous communiquer ces faits pour les publier. Je désire de toute mon âme que des hommes savants fassent le plus tôt possible les études scientifiques les plus exactes pour la manifestation de la vérité; mais je désire principalement la vérification et la démonstration incontestable de ces faits. Certes, je ne doute nullement que nous autres, médecins grecs, nous ne devions être les premiers à donner notre obole pour arracher au temps, qui détruit tout, ce précieux et inestimable trésor d'un de nos ancêtres, et pour le conserver avec honneur ; mais je regarde comme indubitable que, pour atteindre ce but sacré et généreux, le concours empressé de tous les médecins du monde nous est assuré.

« Je suis, etc. « SAMARTSIDÈS.

« Larisse, le 1er mai (19) mars 1857. »

M. René Briau a fait suivre la lettre que nous venons de rapporter de quelques réflexions critiques, tendant à jeter des doutes sur l'authenticité ou sur les conséquences des faits consignés dans le récit qui précède. M. Briau se demande si le témoignage de Soranus, qui place à Larisse le tombeau d'Hippocrate, et la tradition du pays, sont des motifs suffisants pour faire attribuer à l'illustre médecin de Cos le tombeau découvert par M. Andréadès. Le nom d'Hippocrate étant très-commun en Grèce, et en l'absence de documents propres à établir la haute antiquité de ce tombeau, il se pourrait que le sarcophage découvert à Larisse appartînt à un autre personnage du même nom. Il regrette que M. Samartsidès n'ait point publié une copie exacte de l'inscription dont il s'agit. Ces lacunes peuvent d'ailleurs être réparées, puisque l'on affirme que le sarcophage existe sain et sauf, et préservé par un peu de terre, dans l'endroit même où il a été retrouvé. M. René Briau engage donc instamment le docteur Samartsidès à compléter son récit, à entrer dans tous les dé-

tails archéologigues et épigraphiques nécessaires pour servir à déterminer l'âge, l'époque et l'appropriation de ce monument funéraire. Le récit abrégé qu'a donné M. Samartsidès est tout à fait insuffisant, et puisque ce médecin a attiré l'attention publique sur ce fait intéressant, il est tenu de faire tous ses efforts pour résoudre entièrement cette question : le tombeau trouvé près de Larisse est-il ou n'est-il pas celui du grand Hippocrate ?

Hâtons-nous de dire que tout espoir ne saurait être perdu d'établir la véritable origine d'un monument si intéressant pour l'histoire médicale. L'époque à laquelle il appartient serait évidemment fixée et mise hors de doute par l'inspection des médailles et des monnaies précieuses qui se trouvaient dans le tombeau, et qui ont été pillées par les gens de Nedjid-Bey ; leur examen donnerait la solution nette et précise de presque toutes les questions relatives au sarcophage de Larisse, et servirait en même temps à contrôler le témoignage de Soranus. Il importe donc que M. Andréadès, qui assure avoir été témoin du pillage du tombeau, cherche à suivre et à retrouver ces précieux vestiges dans les mains des Turcs cupides et ignorants qui en ont fait leur proie. L'empreinte de ces médailles, leur reproduction par la photographie, par le moulage et la galvanoplastie, donneraient à l'Europe érudite le moyen de déterminer leur âge, de les classer et d'éclaircir de cette manière l'intéressant problème historique qui attend sa solution.

XII

HYGIÈNE.

1

Les allumettes chimiques au phospore rouge.

Nous avons parlé dans le premier volume de l'*Année scientifique*, des inconvénients graves et nombreux qui résultent de la présence du phosphore ordinaire dans les allumettes chimiques. Telles qu'on les prépare aujourd'hui, les allumettes phosphorées sont dangereuses à trois points de vue différents :

1° Elles constituent un poison d'autant plus redoutable que sa présence est très-difficile à constater dans nos organes, et qu'on ne connaît encore aucun antidote contre ses effets. De là un danger constant pour les familles, l'imprudence des enfants ou des vues criminelles ayant toujours, sous la main les instruments d'une mort prompte et certaine.

2° Elles sont une cause fréquente d'incendie, vu qu'il suffit de jouer avec des allumettes ou de marcher sur elles par hasard, pour les enflammer et amener des accidents.

3° Elles sont éminemment dangereuses pour les ouvriers employés à leur préparation, car le phosphore, répandant en abondance des émanations vénéneuses, détermine fréquemment, chez les ouvriers qui le fabriquent, une affreuse maladie, la *nécrose* ou carie de la mâchoire.

Nous avons dit, en rappelant ces faits, que la découverte du phosphore rouge, due à un chimiste allemand, M. Schrötter, était appelée à faire disparaître les inconvénients et les dangers qui résultent de l'emploi du phosphore blanc.

On sait que le phosphore rouge ou amorphe, découvert par M. Schrötter, s'obtient en soumettant, pendant plusieurs jours, le phosphore ordinaire à une température élevée, c'est-à-dire voisine de son point d'ébullition. Par le fait de cette exposition prolongée à une haute température, — et c'est là un des phénomènes les plus intéressants de la chimie minérale, — le phosphore subit une transformation complète.

Avant d'avoir reçu l'action prolongée du calorique, le phosphore était blanc et transparent; il devient brun et opaque après cette exposition.

Il était mou comme la cire, il devient dur comme du cristal.

Il était fusible à 40 degrés centigrades, il ne l'est plus qu'à 180.

Il s'enflammait au contact de l'air à la température ordinaire, il ne s'enflamme plus qu'à 180 degrés.

Il répandait d'abondantes émanations, il n'en produit plus aucune, et devient absolument inodore.

Il se dissolvait dans les huiles, dans les alcalis, dans le sulfure de carbone et même dans les sucs de l'estomac; il devient complétement insoluble dans ces divers véhicules.

En un mot, la chaleur a donné au phosphore des propriétés toutes nouvelles, et qui le rendent éminemment propre à être substitué au phosphore ordinaire dans la fabrication des allumettes chimiques. En effet, ne donnant plus lieu à des émanations d'aucune nature, il ne peut plus engendrer la carie des os maxillaires chez les ouvriers qui le manient; insoluble dans les sucs de l'estomac, il ne peut plus déterminer d'empoisonnement.

De nombreuses expériences faites par divers observateurs, entre autres par M. le docteur Caussé (d'Alby), M. Bussy, MM. Chevalier père et fils, MM. Orfila et Rigout, etc., et qui ont été répétées à l'école d'Alfort, ont surabondamment établi la parfaite innocuité du phosphore rouge. De fortes proportions de cette variété de phosphore ont été administrées à des animaux, qui n'en ont éprouvé aucune espèce d'accident, tandis que de minimes quantités de phosphore blanc ordinaire déterminaient promptement leur mort.

La conséquence pratique à tirer de ce fait semblait fort simple, et pour ainsi dire forcée. Pour éviter les dangers qui résultent de la présence du phosphore ordinaire dans les allumettes chimiques, il suffisait de les préparer au moyen du phosphore rouge, qui est dépourvu de toute action vénéneuse et qui ne s'enflamme qu'avec difficulté. Sous ce rapport, la substitution du phosphore rouge au phosphore blanc apparaissait, et devait apparaître comme un véritable bienfait pour les populations.

Telles furent, en effet, les conclusions unanimes du conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine, celles de l'Académie de Médecine et du conseil général d'hygiène publique.

Mais une difficulté est venue arrêter l'administration, toute prête à imposer aux fabricants l'obligation de faire exclusivement usage du phosphore rouge dans la préparation des allumettes chimiques. Le phosphore rouge ne s'enflamme pas aussi facilement que le phosphore blanc; dès lors, il y a nécessité de faire entrer dans la pâte des allumettes un corps très-combustible, c'est-à-dire le chlorate de potasse. Or, le mélange de matières aussi explosibles que le chlorate de potasse et le phosphore, devient un véritable danger pour les ouvriers et fabricants d'allumettes, qui se croient toujours, pendant leur travail, sous l'imminence d'une explosion ou d'un incendie. Aussi les fabricants ont-ils témoigné à l'envi une grande répugnance

contre le projet de cette substitution, et cette résistance, qui a paru légitime, a paralysé, dans cette question, l'intervention du gouvernement.

Mais une idée très-heureuse, venue à un industriel de la Suède, M. Lundström, a levé toutes les difficultés qui s'étaient opposées jusqu'ici à l'emploi du phosphore rouge. M. Lundström emploie le phosphore rouge et le chlorate de potasse, mais il les emploie séparément. Il met le chlorate de potasse sur l'allumette, et celle du phosphore rouge réduit en poudre sur une surface à part, qui remplace le gratin de verre pilé dont on se sert pour provoquer l'inflammation des allumettes chimiques ordinaires. Au moindre contact, à la moindre friction de l'allumette garnie de chlorate de potasse contre la surface phosphorée, l'inflammation a lieu.

Avec cette ingénieuse disposition, tous les inconvénients, tous les dangers des allumettes chimiques se trouvent évités. Comme on fait usage de phosphore rouge qui n'est aucunement vénéneux, les surfaces, ou plaques phosphorées, ne peuvent plus servir comme agents toxiques. Le phosphore rouge ne donnant des vapeurs qu'à une température élevée, il ne se produit plus, pendant la confection des produits, d'émanations fatales à l'ouvrier. Ajoutons, enfin — et c'est là peut-être le point vraiment capital de cette invention, — que les allumettes ne renfermant point de phosphore, ne sont pas inflammables par elles-mêmes, et ne peuvent s'allumer que quand on les frotte contre la surface phosphorée. Il résulte de là que, pourvu que l'on tienne cette surface phosphorée hors de portée des allumettes, on peut abandonner celles-ci sans la moindre crainte aux enfants ou aux imprudents. On ne verra donc plus, comme jusqu'à aujourd'hui, se produire des inflammations accidentelles parce que l'on aura mis le pied sur une allumette, ou qu'on se sera assis, par distraction, sur une boîte oubliée dans la poche. Mme de Fitzjames

se brûla vive en 1857 parce qu'elle avait écrasé du pied une allumette chimique en se promenant dans son jardin.

Que de causes d'incendie seront évitées par le simple et ingénieux moyen imaginé par M. Lundström! Quelle garantie de sécurité pour le voyage et le transport des allumettes, qui ont causé tant de sinistres sur terre et sur mer! Si les compagnies d'assurance ont le cœur reconnaissant, elles placeront dans leurs bureaux le buste de l'humble industriel suédois.

Causant un jour avec un honorable lieutenant du corps des sapeurs-pompiers de Paris, nous reçûmes de lui l'assurance que les neuf dixièmes des incendies ne reconnaissent que deux causes : 1° les allumettes chimiques; 2° le cigare. La première de ces causes est sur le point de disparaître; la seconde serait plus difficile à extirper.

2

La maladie des chauffeurs.

L'ouvrage latin que l'illustre Ramazini publia au commencement du XVIIIe siècle, et qui traitait *des maladies des artisans*, parut comme une révélation dans le monde médical de cette époque. On comprit pour la première fois, combien il importait à la médecine de soumettre les diverses professions à une étude approfondie; on apprit à découvrir, dans les particularités et les habitudes relatives à chaque métier, les véritables causes d'une foule d'affections propres à un grand nombre d'individus, et souvent même les moyens de combattre ces influences nuisibles. L'ouvrage de Pâtissier, publié en 1822, *Traité des maladies des artisans et de celles qui résultent des diverses professions*, vint mettre les idées pratiques de Ramazini en harmonie avec l'état de la société à cette époque, relativement

aux différents métiers. Les industriels, les chefs d'ateliers, les ouvriers eux-mêmes trouvèrent dans les descriptions exactes et raisonnées de ce médecin hygiéniste, les moyens de se mettre à l'abri des trop nombreuses affections auxquelles donnent lieu différentes opérations insalubres que comportent beaucoup d'arts manuels. Mais, par suite des progrès de l'industrie, qui a donné naissance à un grand nombre de professions inconnues il y a trente ans, l'ouvrage de Pâtissier est devenu nécesairement très-incomplet. La plupart des arts et métiers qu'il a considérés au point de vue médical, auraient besoin d'être étudiés de nouveau d'une manière toute spéciale; il faudrait examiner les nouvelles causes d'insalubrité qui s'y rapportent, comme aussi rechercher les modifications favorables que le progrès des arts modernes a introduites dans la santé des ouvriers. On trouverait aussi un certain nombre de professions sur lesquelles la science médicale n'a rien dit encore, et qui, pourtant, mériteraient au plus haut degré de fixer son attention.

Parmi ces dernières, on peut citer surtout celles qui se rattachent à l'industrie des chemins de fer. Existant depuis près de trente années, ces professions n'ont jamais été l'objet jusqu'ici d'études médicales et hygiéniques, et pourtant, par l'extension immense qu'elles ont reçue dans ces derniers temps, par le nombre considérable d'individus qui les exercent en diverses parties de l'Europe, leur étude médicale demande à être entreprise et à l'être aujourd'hui avec utilité.

Sur cette question intéressante des maladies qui sont propres aux employés des chemins de fer, M. le docteur Duchesne a publié, en 1857, un ouvrage spécial qui sera consulté avec fruit, non-seulement par les médecins, mais par toutes les personnes qui ont à se préoccuper de l'influence des chemins de fer sur la santé publique[1]. Membre

1. *Des Chemins de fer et de leur influence sur la santé des mécaniciens et des chauffeurs*, par E.-A. Duchesne, 1 vol. in-18.

du conseil d'hygiène et de salubrité, auteur d'ouvrages estimés et de mémoires importants relatifs à divers points de médecine et d'hygiène, M. Duchesne se trouvait dans d'excellentes conditions pour l'exécution de cette œuvre utile.

Le travail d'hygiène professionnelle, entrepris par M. Duchesne, aurait embrassé un nombre très-considérable de faits si l'auteur avait voulu le suivre dans toutes ses parties. Obligé de faire un choix, il s'est proposé d'étudier seulement l'influence des chemins de fer sur la santé des mécaniciens et des chauffeurs. Son ouvrage n'est donc que le commencement d'un travail plus étendu, qui sera terminé dans quelques années, et qui comprendra alors l'influence des chemins de fer sur la santé de tous les ouvriers attachés à cette branche si importante de l'industrie moderne.

Placés en tête d'un convoi et dans des conditions tout exceptionnelles, exposés à des vicissitudes très-variées, à des dangers incessants, les mécaniciens et les chauffeurs, ces pionniers de la locomotion, suivant une heureuse expression de l'auteur, doivent éprouver certaines influences, bonnes ou mauvaises, de leurs occupations si actives. L'étude de ces influences sur la santé des mécaniciens et des chauffeurs, tel est l'objet essentiel du livre de M. Duchesne, qui touche pourtant aussi, occasionnellement, à beaucoup de questions pratiques relatives à l'exploitation des chemins de fer.

M. Duchesne commence par examiner l'influence qu'exerce sur les mécaniciens et les chauffeurs le foyer près duquel ils se tiennent. Sur beaucoup de locomotives, on adapte aujourd'hui une sorte d'écran composé d'un verre circulaire transparent, destiné à protéger la vue du mécanicien et du chauffeur; M. Duchesne propose d'ajouter à cet écran une sorte de toit couvrant la tête de ces deux ouvriers.

On trouve, dans un autre chapitre du livre de M. Du-

chesne, le résultat de diverses expériences faites par l'auteur, pour déterminer les températures diverses qu'ont à supporter les ouvriers sur les différents points de leur parcours, dans les tunnels, en plein air, sur les remblais ou à l'abri, etc. Un chapitre, traité avec beaucoup de soin, est consacré aux diverses causes des accidents qui arrivent sur les chemins de fer.

L'auteur résume par les conclusions suivantes toutes ses observations concernant les maladies auxquelles sont exposés les mécaniciens et les chauffeurs :

« 1° En général, après une ou deux années de service sur les locomotives, les mécaniciens et les chauffeurs, choisis d'ailleurs parmi les hommes les plus robustes des ateliers, deviennent plus forts; ils résistent mieux aux vicissitudes atmosphériques et jouissent d'une excellente santé. Beaucoup d'entre eux, surtout les mécaniciens, prennent un embonpoint considérable.

« 2° En général, et sauf quelques exceptions, lorsque les mécaniciens et les chauffeurs peuvent continuer à faire le service actif des locomotives, ils sont fatigués après dix ans, souffrants pendant quinze ans, et incapables, après vingt ans, de faire un service très-actif sur les machines.

« 3° Ils devront être remplacés après vingt ans au plus, et souvent même placés, avant ce temps, dans des positions sédentaires plus douces : ainsi, les mecaniciens, comme chefs de dépôt, ajusteurs et monteurs dans les ateliers; les chauffeurs, comme chauffeurs de gare ou de machine-pilote.

« 4° Sans parler des accidents qui peuvent plus ou moins compromettre la vie des mécaniciens et des chauffeurs, les chemins de fer ont sur leur santé une mauvaise influence, qui augmente avec le nombre d'années de service sur les locomotives.

« Cette mauvaise influence se traduit par une diminution notable de la vue, par la perte plus ou moins complète de l'ouïe, par des douleurs rhumatismales, surtout à droite, et enfin par des douleurs sourdes, continues, persistantes, accompagnées d'un sentiment de faiblesse et d'engourdissement; elles rendent la marche et la station debout très-pénible, et finissent quelquefois par empêcher tout service sur les loco-

motives. Ces douleurs se font sentir dans la continuité des os et dans les articulations des membres inférieurs seulement, à droite et à gauche indistinctement; elles dépendent probablement d'une affection de la moelle épinière qui a pour cause la station debout prolongée, et la trépidation incessante des locomotives. C'est à cette affection particulière à tous les mécaniciens et chauffeurs que je donne le nom de ***maladie des mécaniciens***.

« 5° Les infirmités réelles des mécaniciens et des chauffeurs ne sont cependant pas toujours assez prononcées pour que les compagnies soient absolument forcées de les mettre à la retraite, et qu'elles ne puissent encore utiliser leur bonne volonté et leur expérience, même après vingt années de service sur les locomotives.

« 6° Les administrations de chemins de fer, en améliorant leurs machines, en les rendant plus commodes et plus douces, en diminuant la longueur du parcours et la durée du service, en surveillant même l'état hygiénique des mécaniciens et des chauffeurs, peuvent prolonger leur temps de service actif sur les machines. »

5

Insalubrité des eaux employées à Paris pour la confection du pain.

Un travail très-important pour l'agriculture, concernant la *présence des azotates dans le sol et dans les eaux*, a été lu, dans la séance du 26 janvier 1857 de l'Académie des sciences, par M. Boussingault. L'auteur signale, dans le courant de ce mémoire, un fait que l'hygiène publique doit constater avec regret, et qui a sans doute une part dans l'insalubrité bien reconnue des grandes villes. Nous voulons parler de la présence de quantités notables d'azotates, qui a été constatée par M. Boussingault dans les eaux des puits de Paris.

La présence des azotates dans les eaux des puits était déjà connue. Dans le beau travail qu'il a publié, il y a plusieurs années, sur la composition des eaux potables,

M. Deville trouva que l'eau des puits de Besançon contient, par mètre cube, 198 grammes d'azotate de potasse, c'est-à-dire de nitre ou salpêtre. M. Boussingault a trouvé des proportions plus fortes encore du même sel dans les eaux des puits de Paris.

Les eaux qui ont donné le plus d'azotates avaient été puisées dans les quartiers les plus anciens de Paris. Dans l'eau de puits situés rue du Fouarre, M. Boussingault a trouvé, par mètre cube, 1^k,081 d'azotate de potasse; rue du Foin-Saint-Jacques, 1^k,500 d'azotate de potasse par mètre cube; rue Saint-Landry, 2^k,093; rue Traversière, on a trouvé, par mètre cube, 2^k,165 du même sel; enfin, dans deux puits de jardins maraîchers des faubourgs, le mètre cube d'eau renfermait 1^k,268 et 1^k,546 d'azotates.

L'eau des puits de Paris étant, comme on le sait, chargée d'une très-forte proportion de sulfate de chaux, n'est pas potable; on n'en boit pas et l'on n'en fait jamais usage dans la préparation des aliments. On pourrait croire, d'après cela, que la population de Paris est à l'abri des inconvénients que présenterait l'usage alimentaire de cette eau. Ce serait pourtant là une erreur, car il est facile de prouver que chaque habitant prend tous les jours la totalité des substances dissoutes dans un certain volume de cette eau.

Un premier fait bien établi, c'est que, dans l'intérieur des murs d'octroi, les *coupages* des gros vins et des liqueurs alcooliques ont toujours lieu avec de l'eau de puits. Il est également avéré que tous les boulangers n'en emploient pas d'autre pour la confection du pain.

Quelle quantité d'azotates peut s'introduire dans le pain par cet usage de l'eau de puits dans la panification? C'est ce que M. Boussingault cherche à établir par les évaluations suivantes :

1000 kilogrammes de farine, pour être panifiés, néces-

sitent, pour les différents levains et la pâte, l'emploi de 617 litres d'eau. On obtient, avec cette quantité de farine, 1373 kilogrammes de pain, lesquels renferment nécessairement toutes les substances solubles des 617 litres d'eau employés dans la préparation de la pâte. Dans 1 kilogramme de pain, il y a donc tout ce qui se trouvait dans 45 centilitres d'eau de puits.

L'eau des puits de la boulangerie des hospices contient, par litre, $0^{gr},31$ d'azotate de potasse: c'est une des eaux les moins chargées de ce sel; un kilogramme de pain préparé avec cette eau doit donc en retenir $0^{gr},14$. Si l'on faisait usage de l'eau de la rue Saint-Landry, qui renferme beaucoup plus d'azotates, le pain retiendrait près d'un gramme de nitre par kilogramme.

Il est bien reconnu par l'observation médicale que l'azotate de potasse peut être pris à dose assez élevée sans occasionner sur la santé aucun effet nuisible. La faible proportion d'azotates qui se trouve contenue dans le pain ne peut donc être considérée comme pouvant produire un effet malfaisant sur nos organes. Mais ce qu'a de fâcheux la présence de ce produit dans le pain, c'est qu'elle est l'indice de l'existence, dans cette eau, de matières organiques provenant de sources suspectes, telles que des eaux ménagères, ou des infiltrations que laissent échapper les nombreuses fosses d'aisance établies en contre-bas du sol. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que, chaque année, les crues de la Seine ou les inondations souterraines mettent en communication les assises inférieures du terrain avec les assises supérieures, là où existent les réceptacles d'immondices; ces eaux, en lavant le sol, charrient, avec ce qu'elles entraînent, des sporules de cette végétation cryptogamique, de ces moisissures, qui sont toujours nuisibles, et qui sont d'autant plus à craindre que leur organisme résiste à la température que supporte le pain pendant la cuisson.

Ainsi, la présence du nitre dans l'eau des puits est l'indice qu'à côté de ce sel se trouvent des substances éminemment malfaisantes, des détritus de matières organiques ou des produits de putréfaction. Il est fâcheux qu'une eau ainsi altérée soit consacrée à la confection du pain, c'est-à-dire de substance alimentaire par excellence.

C'est en considération des faits précédents, signalés par M. Boussingault, que la boulangerie des hospices de Paris va prendre l'initiative d'une réforme utile, en fabriquant désormais son pain avec l'eau de Seine. Espérons que des mesures pourront être prises pour que la même réforme s'introduise dans la boulangerie civile de Paris, à laquelle on pourrait prescrire et imposer l'usage exclusif de l'eau de Seine dans la confection du pain.

Nous rappellerons du reste, à ce propos, que l'eau de Seine elle-même est loin d'être l'abri du soupçon d'impureté. Personne n'ignore que, par la décision déplorable qui maintient la prise de l'eau en aval de la rivière, l'eau distribuée dans les principaux quartiers de la capitale est mélangée de toutes les impuretés, de toutes les immondices qu'y déversent à chaque instant d'innombrables égouts. Pour faire cesser un état si contraire à l'hygiène de la population, ou seulement à des répugnances bien justifiées, il suffirait d'établir la prise d'eau en amont, c'est-à-dire de placer au-dessus de Bercy, par exemple, la pompe à feu qui fonctionne aujourd'hui à Chaillot, pour la distribution des eaux de la Seine dans les différents quartiers de Paris. Il y a vingt ans que cette réforme est demandée d'une voix unanime. Combien d'années faudra-t-il reproduire encore, pour le voir se réaliser, un vœu si simple et d'une exécution si facile?

4

Emploi du sulfate de plomb dans la fabrication des dentelles.

La céruse, ou carbonate de plomb, est fréquemment employée dans l'industrie des dentelles. Les ouvrières font usage de céruse pour remettre à neuf les dentelles souillées, et spécialement dans l'espèce de dentelle appelée *applications de Bruxelles*, pour faire disparaître les traces des doigts et dissimuler ainsi le raccordement des dessins. Quand les ouvrières ont terminé une de ces *applications*, elles saupoudrent la dentelle avec de la céruse, dont elles respirent chaque fois une certaine quantité. Ce fait est si connu, que les fabricants de dentelles trouvent difficilement des ouvrières, malgré la forte rémunération attachée à ce travail. L'humanité fait un devoir de proscrire au plus tôt l'usage de la céruse d'une industrie pratiquée par des femmes, plus accessibles encore que l'autre sexe aux influences délétères des matières toxiques. D'après M. H. Masson, le sulfate de plomb serait très-propre à remplacer la céruse dans ce cas particulier. Ce sel remplit toutes les conditions que l'on attend de la céruse pour le travail des dentelles, et il n'exerce sur l'économie animale qu'une action insignifiante. Ce qui prouve que le sulfate de plomb n'est aucunement vénéneux, c'est que l'on fait usage des sulfates de soude, de potasse ou de magnésie, pour le traitement des empoisonnements par les sels de plomb. On sait, de plus, que, pour prévenir les maladies saturnines, on conseille aux ouvriers qui fabriquent la céruse de se laver les mains et de se rincer la bouche avec de l'eau légèrement acidulée par l'acide sulfurique.

5

Le câche-nez calorifère.

La mode a créé, sous le nom de *cache-nez*, ces écharpes de laine enroulées autour du cou, qui protégent contre l'impression de l'air froid les voies respiratoires. Cet utile complément de la toilette d'hiver est adopté dans toute l'Europe. Les frileux habitants de la Grande-Bretagne ont trouvé pourtant qu'il ne répond pas entièrement à son objet, puisqu'il laisse l'air du dehors pénétrer dans la poitrine avec la température de l'extérieur. Ils ont donc imaginé le *buccal respirator*, qui a pour effet d'échauffer légèrement l'air avant son entrée dans les poumons. Cet appareil, assez incommode, assez compliqué, est pourtant en faveur chez nos voisins d'outre-Manche. Il se compose d'un morceau de laine noire, qui couvre une partie du visage à l'aide d'une sorte de bride qui ceint à la fois le front et la nuque, le menton et les tempes, et vient se relier au sommet de la tête. Au centre de ce tissu, s'enchâssent, dans un encadrement épais formé de liége, de peau, d'éponge ou de gutta-percha, plusieurs petites toiles métalliques superposées, ou des plaques de métal percées de trous. Placées en face de la bouche, ces petites toiles métalliques s'échauffent par le contact des lèvres, et élèvent la température de l'air qui les traverse pendant l'inspiration.

Un pharmacien de Lyon, M. Ferrand, vient de perfectionner le *respirator* anglais. La *Gazette médicale* de Lyon a décrit en ces termes cet appareil modifié :

« Entièrement métallique, il est inférieur en grandeur à celle du creux de la main ; son poids n'excède pas 15 grammes ; son tissu, fin et souple, est doué d'une élasticité telle qu'un léger ressort de baleine, placé entre les toiles, permet d'en élargir ou d'en resserrer les mailles, de manière à donner

une température plus ou moins élevée ou une liberté de respiration plus grande. Une ou deux perles tenues dans la bouche le maintiennent parfaitement sans l'assistance des mains, sans le secours d'aucun cordon ou mentonnière. Il peut être placé et enlevé deux fois dans une seconde; constamment chaud, il condense enfin peu de vapeur, et il suffit de le secouer pour l'avoir parfaitement sec. »

La température modérément élevée qui est maintenue à cet appareil, malgré le froid extérieur, provient de deux causes : 1° le contact des lèvres; 2° l'action de la température élevée de l'air sortant des poumons. Par ces deux influences, et, malgré le froid extérieur, l'appareil de M. Ferrand conserve à l'air qui s'introduit dans les voies respiratoires, une température d'environ 20 à 22° en moyenne.

Selon l'inventeur, cet appareil réunirait divers avantages :

« Pouvoir donner de l'air constamment chaud et renouvelé aux organes de la respiration, tel est, dit M. Ferrand, le résultat de cet appareil. Faire l'application de ce moyen au traitement des maladies des voies respiratoires, pour lesquelles les saisons froides sont très-redoutables; créer ainsi, avec le repos de la fonction, le calme de l'organe, ce qui est de la plus haute importance, selon l'opinion des observateurs les plus compétents; assurer à ces malades la possibilité de sortir librement et de jouir de l'exercice de la promenade en créant artificiellement pour eux, durant l'hiver brumeux et glacial, les climats heureux de Nice, de Naples ou de Madère; tel est le second ordre d'avantages que présente mon *spirotherme.* »

Nous croyons que l'inventeur ne se fait pas une idée exacte des avantages propres à son appareil. Parce qu'on donnera aux malades le moyen de respirer artificiellement de l'air échauffé, on n'aura pas reproduit pour cela le climat de Nice, de Naples ou de Madère, attendu que la température n'est pas le seul élément qui entre dans la constitution salutaire ou malfaisante d'un climat, mais que la pression barométrique, l'état de sécheresse ou d'humidité

de l'air, l'exposition des lieux, la nature des vents, etc., jouent dans cette circonstance le rôle le plus important. D'ailleurs, selon M. Ferrand, ces petites toiles métalliques élèvent quelquefois la température de l'air jusqu'à 29 degrés; ce serait là un inconvénient réel pour des poumons malades, qui supportent mal l'inspiration d'un air porté à une si haute température. Ce n'est donc pas pour les malades, mais bien pour les personnes en santé que le *respirator* du pharmacien lyonnais nous semble devoir présenter certains avantages; il donnerait le moyen d'éviter, pendant les grands froids, l'inspiration, quelquefois pénible ou fâcheuse, d'un air glacé. Mais cet appareil produit-il, réellement et avec régularité, cet effet de réchauffement de l'air? Fonctionne-t-il commodément? Voilà des questions que l'expérience seule peut résoudre.

XIII

AGRICULTURE.

1

Le soufrage des vignes.

Nous disions, dans le volume précédent de *l'Année scientifique*, en faisant connaître les premiers résultats, encore contestés à cette époque, de l'emploi du soufre contre l'*oïdium* : « Nous avons la conviction que cet agent, employé d'une manière générale, doit avoir pour résultat d'anéantir, dans un temps donné, la maladie qui désole, dans notre pays, la propriété viticole, et nous désirons vivement contribuer à répandre la connaissance d'une méthode qui nous apparaît comme un bienfait public. » Cet heureux pressentiment a été confirmé de la manière la plus complète par les résultats de la campagne viticole de 1857, et par l'emploi général qui a été fait du soufrage dans le midi de la France pour combattre l'*oïdium*. C'est dans le département de l'Hérault, aux environs de Montpellier et de Cette, c'est-à-dire dans le plus grand centre de production viticole du monde entier, qu'ont été recueillies les observations qui vont suivre et qui mettent en évidence l'admirable vertu du soufre contre la maladie de la vigne.

On ne peut pas estimer à moins de 70 000 hectares la surface de vignes qui, en 1857, a été soumise au soufrage dans le département de l'Hérault ; et comme chaque

hectare a reçu en moyenne 150 kilogrammes de soufre, il en résulte que plus de dix millions de kilogrammes de soufre ont été jetés sur le terrain. Jamais, on le voit, expérience agricole n'a été faite sur de plus vastes proportions. Jamais aussi, peut-on ajouter, résultat plus net et plus éclatant n'est sorti d'une expérience de ce genre. Partout, en effet, où le soufrage a été pratiqué dans les conditions convenables et qui sont d'ailleurs de la plus grande simplicité, partout l'*oïdium* a été anéanti et ses ravages prévenus. Au contraire, dans d'autres parties de la France, où les agriculteurs, moins confiants, avaient négligé d'avoir recours à ce moyen curatif, par exemple dans tout le Roussillon, la maladie, non combattue, a causé d'universels désastres. Il faut donc proclamer que la science a découvert le spécifique, le remède héroïque contre la maladie terrible qui, depuis tant d'années, désolait nos vignobles, menaçait de ruiner la propriété viticole, de supprimer l'une des branches les plus importantes du revenu public, et de placer les consommateurs de vin dans une situation sans analogue dans le passé.

Les preuves de cette assertion consolante résultent du témoignage de tous les producteurs viticoles du Midi de la France. A la rigueur, cet argument pourrait suffire; mais nous rapporterons ici quelques faits dont nous avons été témoin.

Nous avons vu plusieurs vignes dont on avait, à dessein, et dans un but d'expérimentation, laissé quelques portions non soufrées au moment de la maladie, tandis que le reste avait été soumis à l'action du soufrage. La partie du terrain contenant les ceps soufrés était couverte d'une magnifique récolte, tandis que la partie abandonnée à elle-même avait été ravagée par l'*oïdium*.

On a fait plus d'une fois cette expérience bien convaincante : une vigne en espalier étale à droite et à gauche ses deux branches principales; au moment où la maladie vient

à l'envahir, on soufre l'un des rameaux et l'on abandonne l'autre sans aucun traitement. On voit alors l'*oïdium* continuer ses ravages sur la partie non soufrée du cep, dont il anéantit feuilles et fruits; au contraire, la maladie s'arrête sur le rameau soufré, qui donne, à la récolte, des fruits irréprochables.

Pendant deux semaines, nous avons eu sous les yeux, à Gigean, chez M. J. Bouscaren, l'un des premiers viticulteurs du Midi, une preuve assez piquante de cette vertu extraordinaire du soufre. Le treillage d'une tonnelle, formant un cabinet à quatre côtés, était tapissé par une vigne qui en entourait toute la surface ainsi que le plafond. A l'époque voulue, on avait soufré les quatre côtés de la tonnelle à hauteur d'homme; mais comme le plafond en était un peu élevé, faute d'instruments propres à lancer à une certaine hauteur la bienfaisante rosée de soufre, on avait laissé sans y toucher cette partie de la vigne. Il en est résulté, la récolte venue, que la treille était couverte, à hauteur d'homme, de magnifiques chasselas, tandis que du plafond pendaient, noirs et desséchés, quelques squelettes de raisins, tristes victimes de la maladie non combattue. On avait ainsi sous les yeux, par la comparaison de ces deux parties du même cep, un spécimen visible et irrécusable du passé et de l'avenir de la propriété viticole.

Il n'est personne, dans le midi de la France, qui ne se soit trouvé en mesure de constater quelques faits de ce genre; aussi les convictions sont-elles unanimes en ce qui concerne la précieuse spécificité du soufre pour le traitement de la maladie de la vigne. Nous pourrions citer ici, à titre de confirmation, le nom d'un agriculteur d'un grand crédit, qui, après s'être montré l'un des plus ardents adversaires du soufrage, a signalé sa conversion solennelle en publiant en 1857 une *Instruction sur l'emploi du soufre*.

Après l'énoncé de ce résultat général, nous ferons con-

naître les faits de détail qui ont été constatés par suite de l'emploi du soufre dans les vignobles du Midi.

Il est maintenant bien établi que le soufrage donne à la vigne, lorsqu'elle est bien cultivée et entretenue, une vigueur de végétation des plus remarquables. Chacun a pu constater que les vignes soumises depuis trois ans consécutifs à l'action méthodique du soufre montrent un accroissement marqué dans la coloration verte des feuilles, dans le nombre et la longueur des rameaux ou sarments. Sous l'influence du soufre, le rameau devient plus promptement ligneux; dès le mois d'août, la tige herbacée devient ligneuse, en même temps elle jette des pousses plus vigoureuses.

L'action du soufre est très-sensible sur les rameaux et le feuillage de la vigne; mais c'est particulièrement sur le fruit qu'elle exerce ses plus précieux effets. Le soufre, administré au moment de la floraison de l'arbuste, facilite singulièrement la fécondation; la vigne *noué* plus vite, selon l'expression consacrée. C'est un fait bien établi que la vigne soufrée, au moment de la floraison, est peu sujette à la *coulure* et forme rapidement son jeune fruit.

C'est encore un résultat qui a été unanimement reconnu en 1857 que la peau du raisin provenant d'une vigne soufrée est plus ferme que celle des raisins non soufrés. Aussi le vin obtenu d'une vigne soufrée est-il toujours plus brillant et plus fortement coloré que celui des vignes ordinaires. Quant au durcissement de la peau du raisin, il a été extrêmement reconnaissable sur le raisin de table particulier au Midi, qui porte le nom d'*aspiran*, et sur l'*aramon*, le cépage le plus répandu dans le département de l'Hérault pour la production du vin. Ce durcissement du tégument externe du fruit a eu, en 1857, pour le dire en passant, un résultat bien précieux pour les vignerons de l'Hérault. L'*aramon*, qui, dans ce département, couvre des espaces immenses, est pourvu d'une peau naturelle-

ment très-peu résistante. Des pluies diluviennes, survenues à l'époque des vendanges, et qui ont duré huit jours consécutifs, auraient infailliblement emporté toute la récolte du pays, si l'influence du soufre n'eût communiqué à l'enveloppe externe du fruit une résistance toute particulière. Grâce à ces conditions, ces pluies, malgré leur persistance et leur intensité, n'ont causé la perte que des raisins traînant sur le sol.

Nous n'avons pas besoin de beaucoup insister pour faire ressortir toute l'importance des faits que nous venons de rapporter. Ces résultats sont immenses pour l'avenir. Il y a un an à peine, dans beaucoup de contrées du midi de la France où la maladie sévissait avec une désolante rigueur, on prenait le triste et extrême parti d'arracher les vignes; et quelle perte n'a pas causée déjà cette mesure désespérée aux propriétaires contraints de s'imposer les frais considérables qui résultent de la plantation à nouveau des vignes arrachées? D'ailleurs, quel produit agricole substituer à la vigne dans un pays dont le sol n'est guère propre, sous le rapport économique, qu'à la culture de cet arbuste? Il est donc de toute évidence que la propriété viticole a été sauvée, par cette admirable découverte, de la ruine et du désespoir. La science, qui leur a rendu un tel service, devra conserver des droits éternels à la reconnaissance des populations.

Voici maintenant quelques indications précises sur les règles qui ont été observées dans le midi de la France et qu'il conviendra sans doute de suivre à l'avenir pour tirer le meilleur parti possible de l'emploi du soufre dans le traitement de la maladie de la vigne.

Une seule règle résume toutes les instructions à donner à cet égard : *Il faut soufrer la vigne toutes les fois que l'oïdium apparaît.*

Dans la campagne viticole de 1857, deux à trois sou-

frages ont généralement suffi pour détruire radicalement l'*oïdium*. Très-peu de vignes, celles seulement qui sont exposées sur les coteaux, ont exigé quatre ou cinq soufrages. Dans un assez grand nombre de cas, une seule administration de soufre a suffi pour guérir une récolte menacée. Nous rappelons, en passant, que le seul mode de soufrage dont la réussite soit assurée, et le seul auquel on ait eu recours dans le Midi en 1857, c'est le *soufrage à sec* pratiqué au moyen du soufflet, et en évitant d'opérer par le vent ou la pluie, qui emportent la bienfaisante poudre.

La règle générale du traitement de la vigne est donc fort simple; elle consiste à n'opérer le soufrage qu'autant de fois que se montre la maladie. Nous devons pourtant nous hâter de dire que l'on a pratiqué assez généralement, dans le Midi, un soufrage *anticipé*, c'est-à-dire antérieur à toute manifestation de maladie visible à l'extérieur : ce soufrage a été opéré au moment de la floraison

Cette dernière pratique nous semble excellente, et voici les motifs de cette opinion : Le soufre n'a aucun effet préventif contre l'*oïdium*, il n'a qu'une action curative, et, sous ce rapport, le mot de *soufrage préventif*, qui a été souvent prononcé dans ce cas, est une expression qu'il importe de bannir, parce qu'elle implique et traduit une idée fausse. Le soufre, nous le répétons, ne prévient pas l'invasion et le développement des sporules de l'*oïdium*; il détruit ce parasite une fois développé sur la vigne; c'est là tout ce qu'il faut lui demander, et ce résultat est bien suffisant par lui-même. Toutefois, et bien qu'il n'exerce aucune action préventive, il sera toujours utile de pratiquer un soufrage à l'époque de la floraison : 1° parce que l'*oïdium* existe souvent à cette époque, bien qu'il ne soit pas encore reconnaissable à l'extérieur, vu son état rudimentaire, surtout pour le cultivateur qui n'a pas encore eu le temps de se familiariser avec cette observation; 2° parce que le sou-

fre facilite d'une manière toute spéciale, ainsi que nous l'avons déjà dit, le passage de la fleur à l'état de fruit, fait *nouer* plus promptement la vigne et prévient la *coulure*. Dans le midi de la France, la floraison de la vigne a lieu du 15 au 20 juin, selon la précocité de l'année et la qualité des cépages; c'est alors qu'il convient de procéder à cette opération que l'on a désignée sous le nom de *soufrage préventif*, et qui, pour les motifs indiqués plus haut, devrait être remplacé par celui de *soufrage anticipé*, afin d'écarter du langage et des esprits l'idée inexacte de la vertu préventive du soufre.

En ce qui concerne la pratique du soufrage, il est une question qui a beaucoup préoccupé les viticulteurs du Midi, et qui a reçu, d'ailleurs, sa pleine solution; il s'agit de la préférence à accorder au *soufre sublimé* ou seulement *trituré*. On avait admis, au début, nous ne savons trop sur quels fondements, que le soufre divisé par une simple trituration et un tamisage, était bien inférieur, pour ses effets sur la vigne, au soufre divisé par la distillation, c'est-à-dire au *soufre sublimé* ou *en fleurs*, selon une absurde et vieille expression tirée de la nomenclature chimique du dernier siècle, et qu'il serait bien temps de rayer de notre langue. Il est maintenant bien reconnu que le soufre divisé par la sublimation n'a aucune supériorité sur le soufre divisé par des moyens mécaniques. L'expérience a fait justice de ce préjugé, qui était d'ailleurs fort préjudiciable aux intérêts des agriculteurs, car le soufre sublimé a valu en 1857 de 40 à 50 francs les 100 kilogrammes, tandis que le soufre trituré n'a point dépassé le prix de 30 francs.

Ce qu'il faut rechercher dans le soufre employé pour la vigne, c'est son état le plus parfait de division. En effet, plus il est divisé, plus il *couvre* la surface foliacée de la vigne, et par conséquent moins il en faut, à poids égal, pour revêtir une surface donnée. M. Chancel, professeur de

chimie à la Faculté des sciences de Montpellier, a rendu un grand service aux agriculteurs du Midi en imaginant un moyen simple et ingénieux d'apprécier comparativement le degré de division du soufre. Voici le procédé à suivre :

On pèse très-exactement 5 grammes de soufre que l'on place dans un petit tube gradué en cent divisions représentant 25 centimètres cubes. On remplit ensuite ce tube d'éther sulfurique, et, le tenant fermé avec le pouce, on l'agite vivement pour mélanger les deux corps. On place ensuite le tube dans une position verticale et on l'abandonne au repos. Au bout de quelques minutes, le soufre se sépare et se précipite au fond du tube, où il se tasse plus ou moins, suivant son degré de division. Il suffit donc de noter le volume occupé par le soufre pour apprécier son degré comparatif de ténuité. Dans le tube de M. Chancel, le soufre sublimé le mieux divisé, c'est-à-dire le plus riche au point de vue de son emploi pratique, marque 98° ou divisions; les produits ordinaires du commerce qui circulent sous le nom de *fleurs de soufre* marquent de 45 à 75°. Tout acheteur de soufre fera donc bien de mesurer à ce petit instrument la valeur du produit. Nous ferons remarquer néanmoins que le tube-éprouvette de M. Chancel ne peut s'appliquer qu'à l'essai du soufre sublimé; mélangé à l'éther, le soufre trituré se pelotonne, s'agglomère, et ne peut être soumis à cette épreuve comparative. L'auteur de cet ingénieux procédé trouvera, sans doute, une modification propre à combler la regrettable lacune que nous signalons.

Il est donc indifférent de faire usage, pour le cas qui nous occupe, de soufre sublimé ou trituré; le degré le plus complet de division est la seule qualité à rechercher. Ajoutons toutefois, qu'à ténuité égale, il faudrait préférer le soufre trituré, par ce motif que le soufre obtenu par sublimation contient presque toujours de l'acide sulfurique libre, composé très-nuisible à la végétation.

Cette notice est déjà bien longue, et pourtant nous n'avons pas tout dit; bien plus, nous n'avons pas encore énoncé le fait le plus important, le résultat capital que nous désirons faire connaître ici.

Cet effet merveilleux de stimulation, d'excitation que produit le soufre sur la végétation de la vigne, cette influence étonnante qu'exerce cet amendement nouveau sur la formation, le développement et la qualité du raisin, s'étend aussi à un grand nombre d'autres végétaux cultivés de telle sorte que le soufre, employé en insufflations sèches, apparaît, s'il est permis de s'exprimer ainsi, comme le grand *fructificateur* de la culture.

L'observation n'a pas encore permis de prononcer avec toute précision sur ce fait si remarquable et si riche d'avenir, mais on peut annoncer en toute confiance aux agriculteurs que le soufre administré à l'époque de la floraison ou plus tard, par un temps sec et chaud, a pour effet d'augmenter notablement le nombre des fruits, leur qualité et leur force. Les cognassiers, les cerisiers, les pruniers, les pommiers, les poiriers, et en général tous les arbres fruitiers de la famille des rosacées, reçoivent particulièrement cette influence heureuse. Les céréales ont paru jusqu'ici peu sensibles à cette action. La pomme de terre, au contraire, s'est très-bien trouvée de l'emploi d'insufflations de soufre. Il paraît, enfin, que les plantes florales, sous l'influence du même agent, donnent des fleurs beaucoup plus richement colorées que dans les conditions ordinaires.

Le plus court, au reste, sera de rapporter ici les termes mêmes d'une Note qui a été publiée sur ce sujet, au mois de février 1857, dans le *Bulletin de la Société d'agriculture de l'Hérault*, par M. Henri Marès, à qui l'on doit les premières observations sur ces nouveaux faits. Cet agriculteur distingué, qui a contribué d'une manière puissante, par ses études, ses conseils et son exemple, à pro-

pager dans le midi de la France l'emploi du soufre pour combattre l'*oïdium* dans la grande culture de la vigne, s'exprime en ces termes au sujet de ce nouvel usage du soufre :

« J'ai appliqué, dit M. Henri Marès, le soufrage à des cognassiers, des pommiers, des poiriers, des pruniers. J'ai obtenu les mêmes résultats que sur les vignes, en les soufrant comme elles au moyen du soufflet.

« Le premier soufrage, lorsqu'il a eu lieu lors de la floraison, a favorisé la fructification d'une manière remarquable; les autres, donnés en juin, juillet et août, à un mois ou trois semaines d'intervalle, ont constamment donné plus de vigueur aux arbres.

« J'ai toujours opéré comparativement, et j'ai pu constater que les sujets soufrés portaient des fruits plus nombreux, plus beaux et plus savoureux.

« J'ai soufré en plein été, et à diverses reprises, de juillet en septembre, des touffes de pensées et de glaïeuls placés isolément dans des vases sur la terrasse de mon jardin, et journellement arrosés; leurs parties vertes sont devenues d'un vert intense; les fleurs ont acquis un éclat si remarquable qu'elles frappaient l'œil le moins prévenu, et les plantes ont pris une vigueur exubérante. Les mêmes plantes placées dans les mêmes conditions et non soufrées, qui me servaient de point de comparaison, étaient loin d'avoir atteint la même force et surtout le même éclat de feuillage et de couleurs.

« J'ai soufré des citrouilles en plein été et à cinq reprises; j'en ai obtenu des fruits d'un volume parfois double de ceux que m'ont fournis les mêmes plantes non soufrées; le feuillage et les tiges ont été incomparablement plus beaux et plus développés.

« J'ai soufré à deux reprises différentes, d'abord en juillet, lorsque les plantes étaient en fleurs, et plus tard en août, de petits carrés de luzerne destinés à grener, et j'en ai obtenu une quantité de graine plus considérable que des parcelles d'égale grandeur non soufrées.

« J'ai soufré des pommes de terre avec un plein succès. Voici le détail de cette opération, qui présente un intérêt particulier :

« Le soufre a été répandu trois fois au soufflet, en juillet, août et septembre, sur quarante-sept touffes de pommes de

terre, occupant, dans un champ fumé et semé le 26 mai, un carré de cinq mètres de côté, soit vingt-cinq mètres carrés. J'ai employé un kilogramme de fleur de soufre pour cette opération. Arrachées le 26 octobre, les plantes ont donné 41 kilogrammes de tubercules. Le même nombre de touffes prises à côté, et occupant la même surface, n'ont donné que 35 kilogrammes de tubercules. Les plantes soufrées ont fourni des tubercules plus gros et de qualité parfaite; leurs feuilles ne se sont montrées plus vertes et un peu plus larges qu'à partir du 15 septembre environ. Les pommes de terre ont été saines dans l'une et l'autre partie. Il serait intéressant d'essayer le soufrage sur les champs où sévit la maladie des pommes de terre, et de l'appliquer dès les premiers symptômes d'invasion; on en obtiendrait probablement de très-bons effets. Dans tous les cas, il augmente notablement les produits de la culture et payerait les dépenses qu'il occasionnerait. »

Des observations qui précèdent, M. Marès tire la conclusion suivante :

1° « Le soufre en poudre favorise la fructification et développe la végétation d'un grand nombre de plantes, lorsqu'il est appliqué sur leurs parties vertes en temps utile ;

« 2° Son emploi peut offrir en agriculture et en horticulture de précieux avantages, en fournissant un moyen nouveau et relativement peu coûteux d'augmenter le nombre et la qualité des produits de la plupart de nos arbres fruitiers, d'accroître la vigueur d'une foule de plantes cultivées; de plus, qu'il paraît susceptible de rehausser l'éclat des fleurs d'ornement, en agissant sur elles comme sur les autres parties colorées des végétaux, dont il augmente la coloration[1]. »

Les faits qui précèdent ne sont peut-être pas assez nombreux pour être généralisés avec certitude. Il est pourtant manifeste qu'ils ouvrent à la culture horticole une voie imprévue et nouvelle, et que toute une révolution dans la culture des fruits sortira peut-être de l'étude attentive de ces faits. Qui eût prévu que la maladie de la vigne devînt l'ori-

1. *Bulletin de la Société centrale d'agriculture du département de l'Hérault*, 1857, p. 33-36.

gine d'une découverte susceptible d'étendre ses bienfaits à presque tout l'ensemble des produits de nos cultures! L'emploi du soufre, qui n'a été proposé primitivement que pour combattre et détruire un état morbide accidentel de la vigne, survivra, sans nul doute, à la disparition générale de cette affection. On continuera de soufrer la vigne même après l'entier anéantissement de l'*oïdium*; on s'en servira pour donner à la végétation de cet arbuste la stimulation, l'excitation particulière dont les résultats sont si heureux et si frappants. De la vigne elle-même, ce même moyen passera à toute la variété des arbres fruitiers cultivés dans nos jardins, où il est appelé à produire des effets tout aussi remarquables. Quelle preuve plus éclatante à citer de l'utilité de l'intervention des sciences dans le domaine de l'agriculture! A ceux qui seraient tentés de nier encore les services rendus de nos jours par les savants dans l'étude des questions agricoles, on pourra victorieusement répondre par les faits dont nous venons de présenter l'exposé.

2

Moyen de préserver la vigne des gelées et de la coulure.

On remarqua beaucoup à l'Exposition agricole universelle de 1856 le système de paillassonnage en plein champ imaginé par M. le docteur Jules Guyot pour préserver de la gelée les plantes de la petite et de la grande culture. M. J. Guyot ne s'est pas contenté d'expérimenter ce système sur une étendue de quelques ares, il l'a appliqué sur douze hectares de vigne et sur les immenses cultures maraîchères et espalières du beau domaine de Sillery (Marne).

Le Comice agricole de la Marne a fait suivre, en 1856, les expériences du docteur Jules Guyot par une com-

mission composée d'hommes compétents et présidée par l'ingénieur en chef du département. Cette commission, qui a constaté l'excellence de ce moyen de préservation, a déjà réuni assez de faits pour poser les principes généraux de la préservation de la gelée et de la coulure de la vigne par ce moyen. Voici, d'après l'*Ami des sciences*, les principes posés sur ce point par M. Jules Guyot :

Pour préserver de la gelée, il faut que l'abri soit placé au-dessus et le plus près possible de la plante, de façon à lui dérober la vue directe et verticale du ciel.

Pour préserver de la coulure, il faut que l'abri soit placé de façon à garantir la plante des pluies, des giboulées, de la grêle, par conséquent à l'ouest de la plante, et incliné à 45 degrés au-dessus en plein champ.

Pour atteindre ce double but, tous les abris doivent s'élever au-dessus de la plante vers l'orient et s'abaisser près de la terre à l'occident; un ados de terre dans ce sens complète avec avantage la clôture de cette espèce d'appentis.

Du 1er avril au 31 mai, les appentis ou abris contre la gelée doivent être presque horizontaux; du 31 mai au 15 juillet, ils doivent être relevés de façon à n'offrir qu'une inclinaison de 15 à 20 degrés au-dessus de la plante.

L'expérience prouve que l'apparition du soleil n'entre pour rien dans la destruction des bourgeons. Des abris contre les rayons du soleil, disposés avant son lever, n'ont pas sauvé un seul bourgeon dans les vignes non préservées de la gelée; et le soleil dans tout son éclat n'a pas flétri un seul bourgeon dans les vignes protégées.

M. Jules Guyot a donné la préférence à des paillassons de 40 centimètres de large pour la vigne et les cultures maraîchères; de 50 à 60 centimètres pour les chaperons d'espaliers, les cordons de contre-espaliers, les cloches, etc., etc. Ces paillassons étroits se roulent très-facilement en rouleaux de 50 mètres de longueur, et ils se posent avec une

telle rapidité que dix hommes couvrent dix hectares de vigne en un jour. Ils se fabriquent si vite avec l'ingénieux métier inventé à cet effet, par M. Guyot, qu'une femme et un enfant peuvent en tisser 200 mètres par jour.

Si, comme l'affirme la commission du Comice agricole de la Marne à qui l'on doit les indications qui précèdent, on peut poser ces paillassons avec assez de rapidité pour que dix hommes puissent couvrir en un jour dix hectares de vigne, il nous semble que les vignerons du Midi de la France, où les gelées tardives du printemps occasionnent chaque année de cruels désastres, pourraient tenter sur une grande échelle l'essai de ce moyen si simple de préservation. La dépense qui serait occasionnée par la confection et la pose momentanée de ces abris pendant l'époque critique de la vigne, c'est-à-dire au début du printemps, serait bien contrebalancée par la certitude d'éviter les pertes immenses qu'occasionnent chaque année la gelée et la coulure, ces deux ennemis aussi terribles sans nul doute que le terrible *oïdium*.

3

Multiplication des boutons et des branches des arbres à fruits.

Un habile arboriculteur de Rethel (Ardennes), M. Millot-Brulé, a fait une découverte d'une originalité remarquable. Il a trouvé le moyen de déterminer à son gré le nombre, la forme et la disposition des branches d'un arbre ou d'un arbrisseau. Ce problème singulier, dont la solution a été cherchée par un grand nombre d'horticulteurs, a été résolu à l'aide du moyen le plus simple, le plus prosaïque que l'on puisse imaginer.

A quelle cause, à quelle origine faut-il attribuer la bifurcation des branches d'un arbre? Personne n'avait songé, avant l'arboriculteur de Rethel, à se poser cette question, ni surtout à la résoudre. M. Millot-Brulé a fait l'un et

l'autre. De ses patientes et attentives observations, il résulte que la cause mystérieuse de cet accident de la végétation tient tout simplement, le croirait-on ? à la morsure d'une chenille ou d'un insecte rongeur quelconque. Il suffit qu'un insecte vienne à ronger un bouton à sa pointe pour qu'il se trouble, se triple, se quadruple, etc., se transforme, en un mot, en plusieurs boutons, désormais distincts et séparés, aptes à parcourir isolément toutes les phases de leur végétation.

En partant de l'observation de ce fait capital, M. Millot-Brulé s'est naturellement demandé s'il ne pourrait pas faire avec intelligence et volonté ce que la chenille a fait par instinct; si, en rongeant avec la lame d'un canif la pointe ou les flancs d'un bouton, on ne le forcerait pas à se bifurquer, à se trifurquer; si l'on ne pourrait, en un mot, faire naître à volonté les boutons opposés et multiples. Cette question posée, M. Millot ne tarda pas à se mettre à l'œuvre, et il réussit au delà de ses espérances. Ses essais dans cette direction commencèrent en 1849. En 1851, à Strasbourg, il rendait une réunion nombreuse, composée d'amateurs d'horticulture, témoin des curieux résultats qu'il avait obtenus. Trois ans plus tard, une commission déléguée par le ministre de l'agriculture et des travaux publics pour s'assurer de l'efficacité d'une méthode curative de la vigne, proposée par M. Millot-Brulé, décrivait en ces termes ce qu'elle avait vu dans les jardins de l'inventeur de la découverte du bouton opposé :

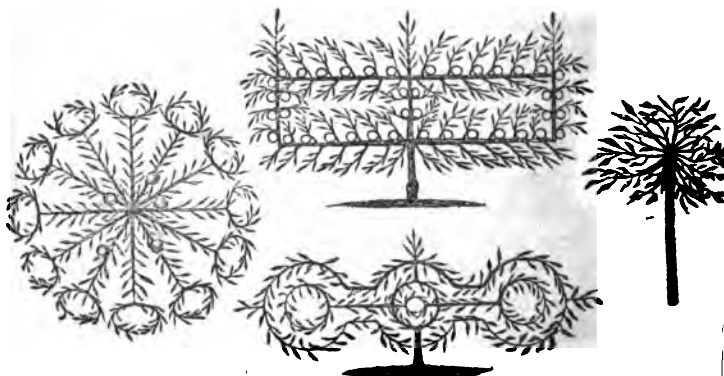
« Plusieurs tiges de pêcher présentent une multitude de branches sortant d'un même centre avec une symétrie et une régularité mathématiques. Par l'ébourgeonnement, les incisions et le pincement habilement pratiqués sur les boutons ou bourgeons, il dispose les arbres de la manière la plus pittoresque à la fois et la plus bizarre. Les rameaux obéissants prennent, sous ses doigts, les formes les plus variées et les plus élégantes; il accroît la fructification et développe, au gré de ses désirs, l'éclosion des boutons à fruit. »

Comment s'y prendre pour subdiviser ou multiplier ainsi un bouton quelconque à bois ou à fruit? Les moyens employés par M. Millot-Brulé sont très-primitifs et très-simples. L'inventeur s'est servi, d'abord, d'un simple canif. Au printemps, dès que la séve commençait à circuler, il tranchait, un peu au-dessous de sa base, de manière à la découronner ou à la décapiter, la pointe interne du cône qu'il s'agissait de doubler pour faire naître deux branches opposées : quelques jours après, il voyait apparaître au talon du bouton amputé deux nouveaux boutons, épanouis bientôt en bourgeons, dont il ne restait plus qu'à bien équilibrer la végétation par des pincements adroitement exécutés. L'équilibre établi, et s'il s'agissait d'obtenir, non pas deux branches, mais quatre, l'opérateur tranchait, près de leurs talons, les deux bourgeons déjà obtenus, et il voyait naître à chaque talon deux nouveaux boutons d'abord, ensuite deux bourgeons, qu'on équilibrait encore, et qui bientôt se trouvaient prêts à être subdivisés à leur tour, pour obtenir huit, seize branches, etc. Sur des arbres vigoureux, on a pu pousser les subdivisions assez loin pour transformer le bouton primitif terminal et unique en une sorte de chevelure épaisse.

Nous venons de décrire l'opération dans son principe. Voyons comment, en la mettant en pratique, on peut, sur un point donné, faire partir plusieurs branches dans différentes directions. On attend que la végétation ait amené un peu au-dessus de ce point l'extrémité du bourgeon terminal; on pince alors cette extrémité au-dessus de l'une de ses feuilles, placée de face sur la tige, en avant ou en arrière, entre l'observateur et le mur, et si, comme dans le cas d'un espalier, il s'agit d'obtenir des branches parallèles au mur; sur une feuille placée, au contraire, de côté, à droite ou à gauche, si le plan des deux nouvelles branches doit être perpendiculaire au mur; car, règle générale, les deux boutons multipliés naissent sur les côtés, à droite et

à gauche du bouton amputé. Le pincement du nouveau sous-bourgeon enfante, à son talon, deux boutons opposés en sens parallèle au mur, qui bientôt s'allongent et se reproduisent en deux sous-bourgeons. En amenant peu à peu les deux branches de la fourche par des liens ou des épingles galvanisées, plantées convenablement, de manière à pousser de dedans en dehors les bourgeons encore tendres ou herbacés, on leur fait prendre une direction à angle droit ou aigu avec le bourgeon terminal ou supérieur, et l'on obtient de cette manière une croix parfaite à branches droites ou inclinées. C'est ainsi que d'échelon en échelon, en s'aidant de fils de fer horizontaux préalablement tendus sur le mur ou sur un châssis en plein vent, on réussit à constituer sans écussonnage, des palmettes à branches rigoureusement opposées, perpendiculaires à la tige principale, ou faisant avec elle un angle quelconque assigné à l'avance.

La figure suivante représente l'un des effets obtenus par la méthode de M. Millot-Brulé, sur un arbre à fruits.



A l'emploi du canif M. Millot-Brulé a substitué avec de grands avantages l'emploi du papier de verre, pour exercer sur chaque bouton proéminent de légers frottements

faibles et répétés qui, par l'usure qu'ils produisent, remplacent l'action du canif.

Tel est le moyen simple et bien original, on le voit, qui a servi à notre inventeur à réaliser à volonté les accidents de végétation les plus singuliers et les plus étranges, à donner aux branches des arbres les directions et les formes les plus bizarres, à faire des dessins au moyen des branches, etc., etc.

Si l'on demande maintenant quelle est l'utilité, quels sont les avantages de l'ingénieuse découverte que nous venons de décrire, il ne nous sera pas difficile de répondre à cette question.

Les arbres ou arbustes qui sortent aujourd'hui des pépinières n'ont qu'une très-faible valeur, parce qu'on les livre tels que la nature les a produits, greffés seulement ou écussonnés, et presque sans éducation aucune. Il n'en sera plus ainsi désormais : le pépiniériste, initié aux secrets de M. Millot-Brulé, donnera à ses jeunes plants, dès le premier âge, une forme régulière et artistique ; il les appropriera d'avance à leur destination spéciale ; ce seront, dès le départ, des palmettes nettement dessinées ou des quenouilles à branches régulièrement disposées, etc.

Une fourche naturelle, appropriée aux besoins de l'agriculture, est un jeu du hasard, une sorte de rareté ; aussi faut-il la payer quinze ou vingt fois sa valeur intrinsèque. Grâce à la méthode de M. Millot-Brulé, en substituant l'intelligence et l'adresse des doigts au caprice instinctif des mandibules de la chenille, on produira à volonté des fourches de toute forme.

Ce que nous venons de dire des fourches s'étend tout naturellement aux bois courbes ou d'équerre, que réclament une foule d'industries : l'agriculture, pour les atelles et les mancherons de ses charrues ; l'ébénisterie, pour ses mille fantaisies ; la marine pour ses angles, ses coudes et ses genoux. Pour obtenir des bois d'équerre, courbes

quelconques, il suffira de faire partir à volonté, d'un point donné, une ou plusieurs branches, et de les guider dans leur développement; or, tout cela est un jeu d'enfant avec la méthode que nous venons d'exposer. Ces bois, artificiellement façonnés, pourront donc devenir aussi communs qu'ils sont rares aujourd'hui; on ne sera plus obligé, pour obtenir ces divers instruments, de recourir à de mauvaises imitations obtenues à la scie et qui n'ont aucune solidité, ou à l'action de machines qui ne sont pas encore tombées dans le domaine public.

4

Découverte du mode de reproduction des orchidées.

Tout le monde connaît ces plantes bizarres et charmantes, les *orchidées*, qui, par leurs formes capricieuses, étranges, et sans aucun analogue dans la végétation, par leurs fleurs ailées et découpées de mille manières, par leurs feuilles veloutées et pourvues de mille couleurs, qui rappellent les plus riches étoffes de l'Orient, par les parfums qui s'en exhalent, par leur étonnante propriété de végéter sans le concours du sol, de croître et de se développer sur un fragment d'écorce d'arbre, sur un morceau de liége ou sur un rocher nu, forment la plus curieuse, la plus intéressante des tribus du règne végétal. Malheureusement, ces plantes si remarquables sont d'une rareté et d'une cherté extrêmes par suite de l'impossibilité reconnue de les reproduire par les semis sous nos latitudes. Un grand pas vient d'être fait pour la reproduction de ces épiphytes par les semis. Il est dû à M. A. Rivière, attaché au jardin botanique de la Faculté de médecine de Paris, jardin qui possède une des collections d'orchidées les plus curieuses de l'Europe. M. Rivière a trouvé le moyen de

soumettre ces capricieuses végétations des *pampas* du Brésil à la loi générale qui veut que le fruit succède à la fleur, et que dans ce fruit se forme la graine génératrice. Et c'est un pauvre insecte, un grossier hyménoptère, le *bourdon noir*, puisqu'il faut l'appeler par son nom, qui a mis notre botaniste sur la voie de cette découverte.

Un jour, M. Rivière se trouvant dans sa serre d'orchidées, soulevait un châssis pour donner de l'air à ses verts pensionnaires, lorsqu'il fut assailli par le bourdonnement de l'insecte hyménoptère sus-nommé, qui, entrant brusquement et sans se donner le temps de choisir, se jeta sur la fleur d'une *cattleya Mossiæ*. M. Rivière, qui ne perdait pas de vue l'intrus, remarqua que cet insecte indiscret soulevait le fort opercule qui, dans les fleurs des orchidées, tient renfermés le pistil et les étamines dans une gaîne close à son sommet par ce couvercle. Il le vit ensuite pénétrer dans la fleur même et la butiner de sa trompe, de ses pattes et de ses antennes.

Quelques jours après, M. Rivière remarqua que la fleur de l'orchidée, qui avait reçu la visite du bourdon noir, prenait une forme nouvelle. Les sépales étaient élargis et retournés à leur base, et rapprochés à leur sommet : l'ovaire avait grossi, on eût dit que le fruit allait se former. En effet, la fleur tomba bientôt, et fut remplacée par le fruit. Il était donc évident qu'elle avait été fécondée à la suite de la visite d'un insecte assez fort pour soulever l'opercule qui emprisonne les organes reproducteurs de cette plante. Cette espèce de capsule, étant soulevée par la trompe du bourdon noir, avait mis à nu les étamines chargées du pollen visqueux de la plante ; le pistil avait reçu ce pollen et ainsi s'était opérée la fécondation.

Après s'être rendu compte du phénomène, il restait à M. Rivière à essayer d'obtenir lui-même la fécondation d'une orchidée.

Il y a dix ans aujourd'hui, M. Rivière fit un premier

essai sur la fleur d'un *epidendrum crassifolium*. Il commença par détacher et soulever délicatement, à l'aide d'une petite spatule de bois, l'opercule qui couvrait les organes. Il enleva ensuite, avec la même spatule, le pollen visqueux dont s'entouraient les étamines, et le transporta sur la partie stygmatique du pistil. Puis il attendit curieusement le résultat de son opération. Ce résultat fut des plus heureux : la fécondation avait réussi, le fruit se forma ; il mûrit en huit ou neuf mois ; et, en juillet 1848, M. Rivière put recueillir des graines qui offraient toutes les apparences d'une maturité parfaite.

Ainsi l'on avait obtenu de la graine d'une orchidée, mais ce n'était encore qu'une première difficulté vaincue. Cette graine était-elle fertile et sa germination devait-elle s'accomplir ? On ne tarda pas à savoir à quoi s'en tenir sur ce dernier point, car à la fin du même mois de juillet, après quelques semaines seulement d'enfouissement de cette graine, de nombreux embryons commencèrent à se montrer, et bientôt de jeunes bourgeons, sortant de la partie supérieure des embryons, apparurent parfaitement formés et disposés à se développer et à grandir. Ainsi, pour la première fois dans notre hémisphère, on était parvenu à obtenir la reproduction d'une orchidée.

En 1854, M. Rivière, ayant associé à ses études un jeune naturaliste, M. Ed. Prilleux, féconda, par la même méthode et avec le même succès qu'en 1848, non plus un *epidendrum crassifolium*, car il voulait étendre ses expériences et les appliquer à des variétés différentes, mais un *angræcum maculatum*, placé dans la serre sur une tablette sur laquelle on avait étendu une couche de sable de rivière. Lorsque la graine fut parvenue à sa maturité, au mois de juin 1855, les capsules s'ouvrirent d'elles-mêmes, et les graines se répandirent sur le sable de la tablette. Elles germèrent au bout d'un mois et devinrent aussitôt l'objet d'observations suivies et minutieuses. Au fur et à

mesure de leur développement, M. Prilleux les dessinait et les reproduisait avec précision. Tous ces dessins ont été gravés et publiés dans les *Annales des sciences naturelles*.

MM. Rivière et Prilleux continuent de se livrer à ces intéressantes études; ils se proposent de traiter de la même manière les diverses espèces d'orchidées auxquelles pourra s'appliquer la méthode qui a si bien réussi sur l'*angræcum* et sur l'*epidendrum*.

Nous croyons, d'après ce qui a été observé dans nos climats, que les horticulteurs de l'Algérie pourraient tenter avec grand espoir de succès la reproduction des orchidées par les semis. Sous le ciel de l'Algérie, ces plantes peuvent retrouver la lumière et la chaleur de l'Amérique méridionale d'où elles sont originaires, et les horticulteurs de notre colonie d'Afrique seront peut-être les premiers à profiter de la découverte intéressante dont la botanique vient de s'enrichir.

5

Procédé pour la destruction des insectes qui attaquent le blé et les autres céréales.

M. Doyère, naturaliste connu par une foule d'ingénieuses découvertes, a constaté que le chloroforme et le sulfure de carbone ont la propriété de faire périr promptement tous les insectes qui attaquent les grains, sans jamais produire d'ailleurs aucun effet nuisible sur les grains eux-mêmes.

C'est M. Milne-Edwards qui a eu le mérite d'ouvrir le premier la voie qui a été suivie par M. Doyère avec tant de succès. Il y a plusieurs années, le savant professeur du Muséum découvrit que la vapeur de benzine exerce une action toxique très-marquée sur tous les insectes. Il proposa

de se servir des vapeurs de benzine pour l'*étouffement* des cocons de vers à soie, et cette méthode a été même employée avec succès à Lyon. M. Milne-Edwards signala aussi cette propriété de la benzine comme digne d'être étudiée au point de vue de la conservation des céréales. Il montra en même temps l'efficacité réelle et durable de cette action de la benzine, en se servant des vapeurs de ce liquide pour conserver les collections d'histoire naturelle.

Les résultats obtenus par M. Milne-Edwards ont servi de guide aux recherches de M. Doyère. Ce naturaliste a reconnu que la propriété insecticide de la benzine appartient, à titre général, à l'ensemble de ces produits nombreux qui déterminent sur l'économie animale un effet d'anesthésie. Le chloroforme et le sulfure de carbone sont, d'après M. Doyère, les substances qui se prêtent le mieux à cette application[1]. Des expériences, dont les résultats sont aussi concluants que possible, ont été faites en Algérie, sous les auspices du ministère de la guerre, dans les magasins de l'administration et sous les yeux d'une commission nommée à cet effet.

Deux grammes de chloroforme ou de sulfure de carbone par quintal métrique de blé suffisent pour faire périr tous les insectes en quatre ou cinq jours, dans l'intérieur de silos hermétiques comme ceux qui font partie du système d'ensilage des blés dû à M. Doyère. Avec 5 grammes de sulfure de carbone par quintal métrique, répartis convenablement dans l'intérieur du silo, la destruction est complète et définitive en vingt-quatre heures. L'action du chlo-

[1] M. Garraud, professeur de toxicologie à l'École préparatoire de médecine de Lille, dans une notice insérée en juillet 1854, dans les *Archives de l'agriculture du nord de la France*, avait déjà signalé la propriété insecticide du sulfure de carbone. Mais ses observations sur ce composé, dont M. Doyère n'avait aucune connaissance, n'enlèvent rien au mérite ni à l'intérêt des recherches de ce dernier naturaliste concernant le rôle général des anesthésiques au point de vue dont il est ici question.

roforme est un peu plus lente, à cause de la densité particulière de sa vapeur, qui la fait descendre et la retient dans les parties les plus basses. On peut rendre l'action plus prompte encore, et en quelque sorte foudroyante, avec des proportions plus élevées de sulfure de carbone.

La grandeur des masses oppose souvent des obstacles invincibles à l'application des principes découverts par la science, et c'est la première des objections auxquelles on ait à répondre lorsqu'on se livre à ce genre de travaux. Mais ici, loin d'être une difficulté, elle a simplifié au contraire les opérations. On a opéré à Alger sur 11 600 hectolitres d'orge d'un seul coup. L'introduction du sulfure de carbone a exigé vingt minutes, et il en a été employé 59 kilogrammes.

Les larves dans l'intérieur des grains, les germes dans les œufs, sont tués comme les insectes eux-mêmes; rien de vivant ne reparaît dans les grains qui ont été soumis à l'action du sulfure de carbone.

Nous n'avons pas besoin de dire que les grains conservent, après cette opération, toute leur propriété germinative; l'odeur fétide du sulfure de carbone se dissipe rapidement; après deux ou trois jours d'exposition à l'air et après quelques pelletages, les grains n'en présentent plus aucune trace.

Les produits de la mouture et de la panification n'offrent rien qui permette de reconnaître que le blé a été soumis à un traitement particulier.

Enfin, les animaux mangent l'orge, même sortant du silo où elle a été traitée et encore fétide; ils la mangent de manière à faire croire que l'odeur et la saveur qu'elle conserve sont loin de les repousser, et ils n'éprouvent aucune sorte d'effet nuisible de cette alimentation avec les graines traitées par le sulfure de carbone. Une expérience répétée a démontré aussi, nous n'avons pas besoin de le dire, que le pain provenant du blé ainsi traité ne diffère en rien du pain ordinaire quant à ses qualités alimentaires.

Ce n'est pas seulement pour la préservation du blé et de l'orge que la méthode de M. Doyère pourra recevoir son emploi; elle s'appliquera à tous les produits alimentaires : l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, les graines légumineuses, les haricots, les pois, fèves, lentilles, etc.; les graines oléagineuses, et généralement toutes les graines sèches; les denrées alimentaires fabriquées, telles que la semoule, la fécule, le biscuit de mer. On pourra encore s'en servir pour assainir les laines, fourrures, draps et vêtements fabriqués, en un mot, toutes les matières et produits susceptibles d'être renfermés indéfiniment ou temporairement dans des espaces assez bien clos pour retenir suffisamment la vapeur de sulfure de carbone.

Pour détruire les insectes qui ont pu envahir ces différents produits, ou pour prévenir leur apparition en tuant les larves qu'ils peuvent recéler, il suffit de les renfermer dans des espaces où la vapeur de sulfure de carbone puisse séjourner un certain temps. On y verse le sulfure de carbone liquide, ou bien on l'y introduit à l'état de vapeur, en le chauffant dans un vase fermé qui communique avec les espaces dont il s'agit. On peut accélérer la diffusion du sulfure de carbone lorsqu'il est liquide, en agrandissant les surfaces sur lesquelles on le verse.

Quant aux espaces dans lesquels on doit placer les graines des céréales soumises à l'action de la vapeur toxique, on peut se servir indifféremment de tonneaux, de foudres ou de caisses en tôle, zinc ou métal quelconque, en bois ou maçonnerie, revêtus ou non intérieurement d'enduits, vernis, peintures, feuilles métalliques ou autres; on peut opérer dans des caves ou même dans des pièces d'appartements.

Les matières assainies par la destruction des insectes pourront être laissées indéfiniment dans ces réservoirs sans qu'il soit nécessaire de renouveler le sulfure de carbone, s'ils ont des parois assez peu perméables pour que la vapeur ne s'échappe pas en un temps très-court. Dans le cas

contraire, l'introduction de cet agent devra être renouvelée une ou deux fois pour que, les insectes une fois morts par une première action, leurs larves soient tuées à coup sûr au fur et à mesure qu'elles éclôront.

En ce qui concerne les quantités de sulfure de carbone dont on doit faire usage, il suffit de dire que la quantité de ce liquide à employer est en rapport avec l'espace vide dans lequel la vapeur doit se répandre, avec le degré d'imperméabilité des parois, et avec la durée qu'on veut donner à l'action. Ainsi, dans un système de conservation des grains tel que l'ensilage rationnel de M. Doyère, où les grains doivent séjourner indéfiniment dans des vases parfaitement étanches et hermétiquement fermés, il n'est pas nécessaire d'employer plus de 50 grammes de sulfure de carbone par mètre cube d'espace vide, la diffusion de la vapeur pouvant se faire soit à l'intérieur, soit en dehors de la masse des grains. Mais cette proportion doit être au moins décuplée dans des capacités imparfaitement étanches, si l'on veut obtenir l'effet en douze ou vingt-quatre heures. On pourra faire usage du sulfure de carbone dans l'intérieur des appartements, après en avoir calfeutré toutes les ouvertures aussi exactement que possible; dans les serres, après s'être assuré que la vapeur ne fait pas périr les plantes qui doivent s'y trouver soumises. On pourra faire périr les termites et autres insectes des bois, en introduisant dans l'intérieur des pièces attaquées, une certaine quantité de sulfure de carbone qui les pénétrera dans toute leur longueur en suivant les canaux naturels et les interstices des tissus et des couches du bois.

Nous sommes convaincu que le sulfure de carbone sera d'un usage précieux entre les mains des agriculteurs et des propriétaires, pour l'assainissement et la purification des graines d'espèces variées qu'ils ont à conserver.

6

Sur l'utilisation des eaux d'égouts dans l'agriculture. — Procédé d'extraction des engrais contenus dans ces liquides. — Résultats obtenus à Leicester. — Application de ce procédé aux égouts de Paris.

On s'occupe depuis quelques années, d'une manière sérieuse, de tirer parti des quantités considérables de matière fertilisante qui se trouvent contenues dans les eaux d'égouts des grandes villes. Il serait possible, en effet, de rendre à l'agriculture et de convertir en engrais précieux les matières organiques azotées qui existent dans ces liquides, et qui, dans l'état actuel des choses, sont déversées dans les rivières, qu'elles infectent, et vont se perdre, sans profit, dans la mer. L'écoulement du produit des égouts dans les rivières présente le double inconvénient d'altérer la pureté de l'eau, d'infecter quelquefois les vallées traversées par ces liquides impurs, et de priver l'agriculture d'une grande quantité de produits fertilisants qu'il serait possible d'utiliser.

On a songé plus d'une fois à employer directement les eaux d'égouts à l'arrosage des champs. Quelques exemples célèbres ont prouvé tout le parti qu'on peut tirer de cette pratique, quand la disposition des lieux et la nature des eaux la rendent applicable. Mais presque toujours, et c'est le cas de la ville de Paris en particulier, une étude attentive de la question a démontré avec évidence que les frais de conduite, d'emmagasinage et de distribution de ces liquides dépasseraient de beaucoup la valeur de l'engrais obtenu. Sans doute, des matières extrêmement fertilisantes, comme les produits du dépotoir de la Villette, peuvent être conduites économiquement à de grandes distances et être employées avec avantage comme engrais, mais il n'en est pas de même des eaux d'égouts, qui ne renferment que quelques grammes d'azote par mètre cube.

Pour utiliser les matières fertilisantes de ces liquides, on ne peut donc, en général, songer à les répandre directement sur le sol. On ne saurait davantage se proposer de les concentrer. C'est donc par un procédé de *précipitation* qu'il faut essayer de les exploiter, afin d'en extraire, économiquement et sous un faible volume, les parties actives susceptibles de servir d'engrais.

Un ingénieur anglais, M. Wicksteed, a soumis à l'expérience cette idée, dictée par une excellente prévision théorique. Il a cherché à obtenir, sous la forme d'une masse insoluble, et par conséquent facile à séparer et à isoler, les produits essentiels, les matières spécialement fertilisantes, qui sont contenues dans les eaux des égouts. M. Wicksteed a reconnu, à la suite d'expériences spéciales, que la chaux convenablement employée permet d'atteindre ce résultat. Par l'emploi de la chaux, M. Wicksteed parvient aujourd'hui à recueillir une grande partie des principes fertilisants des eaux d'égouts, et à ne verser dans les rivières que des liquides parfaitement limpides et entièrement désinfectés.

Un de nos ingénieurs les plus distingués, M. Hervé Mangon, professeur à l'École des ponts et chaussées, a visité avec le plus grand soin l'établissement de Leicester, et a donné des opérations qui s'y pratiquent un exposé intéressant que nous allons analyser.

Voici les moyens simples, ingénieux et bien entendus à l'aide desquels s'exécutent les opérations dont il s'agit dans l'établissement de Leicester :

Le volume des eaux des égouts de toute la ville de Leicester, qui compte 65 000 habitants, s'élève, par an, à 5 millions de mètres cubes environ, d'où l'on extrait, par le procédé de M. Wicksteed, à peu près 4 500 000 kilogrammes de matières fertilisantes à l'état solide.

L'établissement où s'opère la manipulation de cette masse énorme de produits est situé sur le bord de la rivière

Soar, à une petite distance au-dessous de la ville. Il est impossible, quelque prévenu que l'on puisse être, d'y constater la plus légère odeur. Une grande propreté règne dans toutes les parties de l'usine; les machines à vapeur, et quelques ouvriers pour les diriger, effectuent tous les travaux avec une précision surprenante.

L'eau des égouts est amenée, par une conduite souterraine, dans un vaste puits creusé sous l'établissement. Une machine à vapeur de 20 chevaux fait manœuvrer une pompe, qui élève cette eau pour l'amener au niveau du sol. Une autre petite pompe, mise en mouvement par la même machine, communique avec une citerne munie d'un agitateur, et que l'on entretient constamment remplie de chaux délayée dans l'eau. A chaque coup de piston de la machine, cette petite pompe introduit dans le tuyau de conduite des eaux élevées par la grosse pompe une certaine quantité de ce *lait de chaux*, dont la proportion est réglée à l'aide de robinets, suivant la nature des eaux et le degré de concentration du lait de chaux.

L'eau d'égout, ainsi mélangée de lait de chaux, arrive dans une caisse étroite et longue, dans laquelle tournent des agitateurs à palettes; le mélange des matières s'effectue dans cette caisse. Après cette opération, le liquide s'écoule lentement à travers des ouvertures horizontales, dans un réservoir en maçonnerie de ciment, ayant environ 60 mètres de longueur, 13 mètres de largeur et 1 mètre de profondeur. Ce réservoir est partagé en deux parties par une série de châssis verticaux en toile métallique placés à 18 mètres environ de l'origine, et que l'on peut mettre et ôter à volonté. Ces toiles métalliques sont destinées à retenir les corps flottants, légers, tels que débris organiques, plumes, etc., et à régulariser le mouvement de l'eau dans le réservoir. A l'aval du réservoir sont établies deux petites vannes, par lesquelles le liquide purifié s'écoule dans la rivière.

C'est dans ce réservoir que se fait le dépôt du précipité qui a été déterminé par l'action de la chaux. Ce dépôt, à l'état de boue liquide, extrait du réservoir, est ensuite soumis à l'action de machines à dessécher agissant par la force centrifuge, qui le transforment bientôt en une pâte assez ferme pour être moulée en briques, dont la dessiccation complète s'opère enfin à l'air libre sans difficulté.

Une machine à vapeur est employée, comme nous l'avons déjà dit, à élever les eaux d'égouts à la surface du sol et à les mélanger avec le lait de chaux. Les agitateurs qui remuent le mélange d'eau et de lait de chaux, celui de la citerne à lait de chaux, la vis sans fin du fond du réservoir, et la noria qui élève le dépôt, sont mises en mouvement par une machine à vapeur de 6 chevaux. Enfin, chaque *essoreuse* est conduite par une petite machine à vapeur spéciale, à cylindre oscillant dans un plan horizontal, dont le volant, également horizontal, porte la courroie qui conduit la poulie montée sur l'arbre vertical de l'essoreuse. Les petites machines à vapeur, leurs volants et les poulies des essoreuses sont placés sous le plancher de ces machines, de sorte que les transmissions ne gênent en rien le service des ateliers. Une seule chaudière fournit la vapeur à ces différentes machines.

La transformation des eaux d'égouts en un liquide transparent et en briquettes solides qui constituent un engrais précieux, s'effectue ainsi sans odeur, et dans des ateliers d'une propreté absolue. L'opération est extrêmement rapide et d'une prodigieuse simplicité.

L'application du système de M. Wicksteed a été, pour la ville de Leicester, un inappréciable bienfait. Les rapports de la commission d'hygiène de cette ville ont fait connaître à cet égard un résultat vraiment extraordinaire. Le plan de la ville, dressé à diverses époques, avec l'indication, par des signes conventionnels, des maladies qui affligeaient le plus communément ses différents quartiers, met en évidence une

amélioration frappante depuis l'établissement de ce système complet d'assainissement. Ne pouvant reproduire ici les plans sanitaires du comité d'hygiène de Leicester, ni entrer dans les détails si curieux de son rapport, il nous suffira de quelques chiffres pour faire apprécier les résultats obtenus. La mortalité s'élevait, depuis plusieurs années, dans la ville de Leicester de 420 à 450 décès par trimestre; depuis l'établissement des travaux, en mai 1855, le nombre des décès est tombé à 340 et même 324 par trimestre. De tels chiffres sont la récompense la plus douce de l'habile ingénieur qui peut s'en attribuer le mérite. Ils sont une des preuves les plus éclatantes que l'on puisse invoquer pour prouver l'utilité de l'intervention des sciences dans les questions de salubrité publique.

M. Hervé Mangon a voulu étudier chimiquement l'engrais solide retiré des eaux des égouts de Leicester par le procédé de M. Wicksteed. Voici les résultats obtenus par ce chimiste quant à la richesse de cette matière considérée comme engrais.

1000 kilogrammes de ces briques préparées dans l'usine de Leicester équivalent, selon M. Hervé Mangon, à 2750 kilogrammes de fumier de ferme frais, renfermant 0,4 p. 100 d'azote, ou bien à 73,3 de guano renfermant 15 p. 100 d'azote. En évaluant le guano à 30 francs les 100 kilogrammes, cet engrais vaudrait donc environ 22 francs la tonne, abstraction faite des frais de transport et de la différence de mode d'action des deux engrais, qui n'est pas encore bien connue.

Des essais faits en Angleterre semblent indiquer que cette matière est un engrais puissant, mais dont l'action est lente et se fait sentir longtemps.

Le procédé de M. Wicksteed est exploité en Angleterre par une Compagnie qui, en ce moment, fait exécuter de nombreux essais sur la valeur, comme engrais, des produits obtenus. Jusqu'à ce que l'expérience ait prononcé sur

ce point, on ne peut que s'en tenir aux évaluations théoriques qui précèdent. Il serait vivement à désirer que la ville de Paris, qui n'a reculé devant aucun sacrifice pour essayer la valeur, comme engrais, des produits de la voirie, fît venir quelques mètres cubes de l'engrais de Leicester pour le soumettre à des essais analogues. Ce serait une dépense insignifiante, qui fournirait l'élément le plus essentiel d'appréciation de la valeur de ce nouveau procédé.

L'application à Paris du procédé de M. Wiksteed serait extrêmement facile à concilier avec les projets actuels du nouveau système d'égouts. Elle éviterait l'inconvénient de jeter à la Seine un volume immense d'impuretés qui souillent ses eaux; on rendrait en même temps à l'agriculture, sous la forme d'un engrais précieux, une quantité considérable de produits fertilisants, aujourd'hui entièrement perdus.

Les égouts de Paris entraînent chaque année une quantité de matières fertilisantes contenant 1 204 500 kilogrammes d'azote. C'est pour l'agriculture une perte annuelle extrêmement considérable, que le procédé dont on vient de parler réduirait dans une forte proportion. Il y aurait donc un très-grand intérêt à ce que des expériences sérieuses fussent entreprises dans cette direction. Les résultats obtenus à Leicester, et dont M. Hervé Mangon a porté la connaissance en France, permettent d'espérer les résultats les plus avantageux sous ce rapport.

7

La vase des rivières employée comme engrais.

M. Hervé Mangon a appelé l'attention sur les ressources que pourrait offrir à l'agriculture la vase des rivières employée comme engrais. Ayant soumis à l'examen chimique plusieurs échantillons de vase provenant du curage des

rivières ou des ruisseaux pris dans divers départements, il a reconnu que ces vases contiennent différents produits capables d'exercer une action fertilisante. Les vases de bonne qualité seraient, selon l'auteur, presque aussi riches que le fumier en matières fertilisantes; ce produit aurait donc pour l'agriculture une valeur bien supérieure à son prix d'extraction, de manipulation et d'emploi.

Certaines vases contiennent de fortes proportions de carbonate de chaux, et pourraient dès lors être employées pour remplacer les marnes, qui rendent de si grands services comme amendement des sols; d'autres vases sont presque complétement privées de carbonate de chaux. Comme les terres fertiles, toutes les vases contiennent une certaine quantité de produits solubles dans l'eau, et qui sont constitués en partie par des matières organiques, en partie par des substances minérales.

Les vases renfermant des quantités notables de phosphates sont assez rares; toutes, au contraire, contiennent une assez forte proportion d'azotates. Cette proportion est assez variable d'un échantillon à l'autre; cependant on peut admettre que les vases de bonne qualité, desséchées à l'air, contiennent à peu près autant d'azote que le fumier frais; c'est-à-dire de 0,4 à 0,5 p. 100 de leur poids. Cet azote n'est pas toujours aussi immédiatement assimilable par les récoltes que celui du fumier, mais il constitue toujours pour la terre une augmentation de fertilité en rapport avec son poids. On estime généralement à 5 francs les 1000 kilogrammes la valeur du fumier de ferme; c'est à peu près, d'après ce qui précède, la valeur de la vase de bonne qualité.

Selon M. Hervé Mangon, il existe en France 200 000 kilomètres de cours d'eau environ, dont le quart au moins, soit 50 000 kilomètres, devraient être curés chaque année pour assurer un bon aménagement général de nos eaux courantes. En évaluant en moyenne à 0^{m},05 seulement le volume de vase sèche que l'on pourrait extraire par mètre

courant de ruisseau, on trouve que le produit des curages pourrait s'élever à 2 500 000 mètres cubes par année. Ce volume de vase contient une quantité de matières fertilisantes au moins équivalente à 2 millions de tonnes de fumier de ferme ordinaire. Les agriculteurs ne sauraient négliger une source aussi importante de produits précieux, puisqu'ils recherchent si activement tous les moyens d'augmenter les engrais disponibles dans leur exploitation.

8

Culture de la bryone.

Tous les amateurs des jardins connaissent la *bryone*, cette plante grimpante, remarquable par ses longues pousses, et qui sert quelquefois à former des berceaux dans les parterres. La bryone végète partout avec une singulière facilité, toute terre lui est bonne ; elle se multiplie par graines ou par éclats, et produit, avec une merveilleuse facilité, de volumineuses racines très-riches en fécule amylacée.

La vigueur de végétation propre à cette plante si répandue et les produits utiles que sa culture permettrait de fournir à l'alimentation publique, ont frappé l'attention de M. le docteur Furnari, qui s'est livré à d'attentives recherches sur la propagation de la bryone et sur ses applications industrielles. En présence des crises alimentaires qui se renouvellent depuis quelque temps avec tant de fréquence, l'agriculture doit se mettre en mesure de préparer, avec le moins de frais possibles, une ample provision de produits destinés à suppléer, dans le cas de mauvaise récolte, les substances ordinaires de l'alimentation végétale. Pour parvenir à ce résultat, il faudrait, selon M. Furnari, utiliser, à très-peu de frais, les lieux incultes par l'importation de plantes nouvelles, ou par la propagation de racines de plantes indigènes ; ne distraire aucune par-

celle de bonnes terres de la culture des céréales, qui ont été et seront toujours la base de l'alimentation humaine ; consacrer la pomme de terre à l'alimentation, les betteraves à l'extraction du sucre, et ne retirer la fécule, la dextrine et l'alcool, dont on fait une si grande consommation dans les arts et dans l'industrie, que des plantes et des racines inutiles ; enfin, multiplier tellement la plantation de ces racines, qu'en cas de mauvaise récolte des céréales et des pommes de terre, on ait sous la main un fonds de réserve, une ressource indirecte pour éviter une crise alimentaire.

Sur 52 millions d'hectares qui forment la superficie du territoire de la France, si l'on excepte 25 millions environ représentant les terres labourables, 5 millions les prés, 2 millions les vignes, 5 millions les cultures diverses, les vergers, les jardins, les propriétés bâties et les voies publiques, il reste 7 millions 1/2 d'hectares en landes, pâtis, bruyères, terrains vagues et domaines improductifs. C'est en utilisant autrement qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour ces derniers millions d'hectares qu'on aura la solution du problème dont nous parlons, et cela sans recourir au déboisement.

C'est en se fondant sur ces sages considérations que M. Furnari propose la propagation générale de la bryone, plante qui pourra produire, à peu de frais, une grande quantité de matière féculente propre à remplacer la fécule de pomme de terre. M. Furnari ne considère pas cette plante comme la seule propre à atteindre ce but ; mais la bryone a fixé plus particulièrement son attention, parce qu'en outre des produits féculents, elle donne encore des graines oléagineuses, avantage que n'offrent pas les autres plantes-racines indigènes et annuelles. D'ailleurs, la culture de la bryone n'offre aucune difficulté. Cette plante ne craint ni la maladie ni les insectes ; elle résiste aux gelées, à la sécheresse, à l'humidité ; et si on la laisse en pleine terre, on la retrouve plus volumineuse l'année suivante.

M. Furnari propose donc de soumettre à la culture la *bryone dioïque*, et il donne les renseignements nécessaires pour y procéder. Mais en même temps qu'il recommande de cultiver des champs ensemencés de cette plante, il voudrait aussi que l'on s'occupât généralement de sa propagation sans culture. Il propose donc de jeter des graines de bryone, ou de planter des cossettes de ces racines, dans tous les terrains incultes, dans les bois, le long des grandes routes, dans les terrains vagues, dans les landes et dans les terrains improductifs. Comme la bryone se trouve naturellement dans les lieux les plus incultes, et que, sans qu'on lui donne aucun soin, ses racines prennent un grand développement et ses baies deviennent très-multiples, tout porte à croire qu'une propagation de cette nature, faite graduellement et à peu de frais, constituerait plus tard une nouvelle et abondante ressource de principes féculents et oléagineux.

C'est surtout sur le bord des haies que la propagation de la bryone aurait, selon M. Furnari, une application immédiate, facile et très-avantageuse au point de vue de sa fructification en graines; pour grimper, elle y trouverait des tuteurs tout formés, et ses tiges se développeraient d'une manière aussi vigoureuse et aussi luxuriante que celles de la *vitis alba*, ou clématite des haies, qui se rencontre partout dans les haies et sur les bords des chemins. Est-il nécessaire, enfin, d'ajouter que, dans les jardins d'agrément, quelques pieds de bryone garniraient un berceau aussi bien que la vigne vierge et les cobæas, et donneraient un très-beau feuillage?

M. Chevallier, qui a fait à la Société d'encouragement un rapport détaillé sur les recherches de M. Furnari, a beaucoup loué les idées contenues dans son travail, et a insisté sur les ressources qu'offriraient à la consommation publique les produits succulents et oléagineux retirés de la bryone.

« L'idée de retirer la fécule des racines de bryone n'est pas nouvelle, ajoute M. Chevallier; depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, on avait constaté la présence d'un principe très-féculent dans les racines de bryone, et, pendant les périodes de disette, on avait même utilisé cette fécule pour l'alimentation; je conserve une certaine quantité de fécule pure de bryone, que j'ai extraite, il y a plusieurs années. Mais ce qui donne aux recherches de M. Furnari un caractère de nouveauté et une importance réelle, c'est l'extraction de l'alcool de la racine de bryone, c'est la réduction de cette racine en cossette féculente privée du principe toxique; c'est surtout l'idée d'utiliser les graines contenues dans les nombreuses baies de bryone pour l'extraction de l'huile. »

La présence dans les graines de la bryone d'une quantité notable d'huile, qui constitue le produit le plus intéressant à retirer de ce végétal, est facile à constater. Si l'on écrase, entre deux morceaux de papier brouillard, une des graines fournies par les baies de bryone, on reconnaît l'abondance du corps gras qu'elles contiennent. Or, ces tiges, sans aucune culture, produisent annuellement une infinité de baies. M. Furnari a donc rendu un grand service aux arts économiques en indiquant cette nouvelle ressource oléogène.

En résumé, les idées émises par M. le docteur Furnari, pour la culture d'une plante dont on n'a tiré jusqu'à ce jour aucun parti utile, répondent parfaitement à la situation actuelle de l'agriculture. Chercher des succédanés à nos matières alimentaires, rendre l'alimentation des masses plus facile et moins coûteuse, multiplier nos ressources féculentes, en introduisant en France des plantes nouvelles ou en propageant celles qui existent, mais qui ont été jusqu'à présent considérées comme inutiles, tel est le but qu'il importe en ce moment de poursuivre. En retirant du marron d'Inde une fécule propre à l'alimentation et aux usages industriels, on est déjà heureusement entré dans cette voie. La culture de la bryone, l'emploi alimentaire et l'usage industriel des produits qu'elle fournit, tendent au

même but, et sont inspirés par la même pensée d'utilité pour le bien public.

9

L'asperge épineuse.

M. Mazoudier, lieutenant au 54e régiment de ligne, et chargé de la direction de la pépinière de Nemours, a publié la note suivante sur les produits et les propriétés d'une asperge commune aux environs de cette localité, et qu'il nomme *Asparagus silvatica spinosa* (asperge épineuse) :

« L'asperge épineuse, qui abonde sur tous les points de l'Algérie, est bonne à manger et offre beaucoup de similitude avec l'asperge cultivée.

« Lorsqu'elle n'a pas été cueillie en bourgeon, elle forme un buisson épineux très-épais et impénétrable.

« Les botanistes se sont bornés à la déraciner et à s'assurer que le chevelu de la racine avait beaucoup d'analogie avec celui de la racine du palmier nain. Ils n'ont pas porté leur attention sur de fins ligaments, rayonnant de chaque côté du chevelu, s'enfonçant en terre à la profondeur de 60 centimètres à 1 mètre, et portant chacun, adhérent à son extrémité, un tubercule ayant la forme d'un fuseau qui varie de diamètre et de longueur : le diamètre de 1 à 2 centimètres, et la longueur de 15 à 40 centimètres.

« Ce tubercule ne diffère de celui de l'asphodèle que par sa longueur, le foncé de sa pulpe et sa chair plus blanche.

« Chaque plant d'asperge donne une grande quantité de tubercules superposés dans tous les sens, les uns dans une position horizontale, d'autres dans une position perpendiculaire ou verticale.

« Ces tubercules, qui contiennent un suc très-abondant et agglutineux, sont des réservoirs qui alimentent la plante.

« J'en ai ramassé une grande quantité, et j'ai pensé, d'après les diverses expériences que j'ai faites; que ce tubercule était appelé à rendre de grands services, à l'industrie en général, et en particulier à la colonie.

« N'ayant fait aucune étude spéciale de botanique et dépourvu d'appareils et d'instructions nécessaires pour en découvrir le principe azoté et constater la présence du sucre, j'ai dû me borner à distiller avec une simple cornue, et j'ai obtenu un rendement de 6 pour 100 d'alcool.

« Sous le rapport comestible, j'ai été plus heureux.

« Ce tubercule est très-bon à manger en toutes saisons, en observant les prescriptions suivantes :

« Enlever la pulpe foncée qui le recouvre, puis encore le deuxième épiderme, couper par petits morceaux dans le sens de la longueur, afin de retirer le medium ligneux qui le traverse; laisser infuser les morceaux pendant deux à trois heures dans l'eau froide; les jeter dans l'eau bouillante et les y laisser un quart d'heure pour les faire blanchir et enlever la presque totalité de leur saveur amère; les retirer et les laver dans l'eau froide, puis les faire bouillir pendant deux heures. Le tubercule, ainsi préparé, conserve une rigidité qui disparaîtrait si on le faisait bouillir avec quelques grammes de carbonate de soude. Malgré cette rigidité, ce tubercule est très-bon à manger.

« La découverte des propriétés de ce tubercule, dont le principe est sain, pourra être utile aux troupes et aux voyageurs, soit comme ressource extrême, soit comme aliment ordinaire. »

10

L'acacia dealbata.

L'*acacia dealbata*, arbre originaire de la Nouvelle-Hollande, et récemment introduit dans l'île Bourbon par M. le docteur Bernier, semble devoir être une conquête précieuse.

« C'est, dit *le Cosmos*, un grand arbre dont le port est majestueux, dont les tiges fournies s'arrondissent et forment une sorte de parasol; il donne par an deux floraisons : la première en janvier et en février, la seconde en juillet et en août; ce sont des grappes de fleurs longues, d'un jaune soufre, d'une odeur assez agréable. La racine est traçante et couverte d'yeux et de boutons qui, se développant au moindre contact de l'air,

fournissent autant de plantes nouvelles. On a compté jusqu'à cent trente-sept rejetons pour un même arbre. Au bout de quatre années, l'*acacia dealbata* est un arbre magnifique qui peut être fructueusement exploité; plus on le coupe, plus il produit de rejetons qui poussent alors très-près les uns des autres, donnent, soit des bois de construction très-beaux, très-droits, et propres aux travaux du charronnage, soit un excellent combustible et un charbon de première qualité. »

11

Le chêne-liége.

M. Liron d'Airolles croit que le chêne-liége, ainsi que les chênes verts et les chênes blancs, peut être semé et résister sur tout le littoral de l'Océan. On voit en effet de très-beaux chênes-liéges à Lauvergnac; à Belle-Ile en Mer, dans le domaine de M. Trochu; à Nantes; dans la Loire-Inférieure, la Vendée, le Morbihan, les Côtes-du-Nord, dans les Landes, à Bordeaux et à Bayonne. Propager en France cette belle espèce, ce serait affranchir notre pays d'un tribut assez considérable payé à l'Espagne, d'où nous tirons une grande quantité de liége. M. Liron d'Airolles rend hommage, en passant, à la superbe allée de magnoliers de la Maillardière, à Nantes, plantée par M. le docteur Écorchard. Cette luxuriante végétation, ces ombrages perpétuels qui résistent à nos hivers les plus froids, sont, pendant le jour, la petite Provence de Nantes, et le soir, sa promenade fashionable. On peut donc beaucoup attendre de la culture des arbres exotiques, et les efforts de la Société d'acclimatation dirigés dans ce sens tendent à un véritable but d'utilité publique.

12

Le cerfeuil bulbeux.

M. Payen a fait l'étude chimique d'une plante indigène, le *cerfeuil bulbeux*, qui paraît appelée à jouer un rôle important dans l'alimentation publique. L'attention a été appelée pour la première fois sur l'emploi alimentaire de ce végétal par M. Sacc, de Neufchâtel, dans une communication faite par ce savant à la Société d'acclimatation. M. Jacques, ancien jardinier en chef de Neuilly, s'est ensuite occupé avec succès de l'introduction de cette plante dans la culture horticole.

La racine charnue, très-féculente du cerfeuil bulbeux, *chœrophyllum bulbosum* (Ombellifères), permet d'espérer divers avantages de son emploi alimentaire. Ses tubercules atteignent quelquefois la grosseur d'un œuf de poule, et sont très-nutritifs. Le cerfeuil bulbeux serait surtout précieux en ce qu'il se récolte à l'époque où les grandes chaleurs diminuent la production des autres légumes, et quand la provision des pommes de terre de l'année précédente est épuisée. De plus, le *chœrophyllum bulbosum* est très-facile à cultiver et très-productif. M. Sacc a récolté, dans une planche de jardin de 8 mètres, 9 kilogrammes 250 grammes de tubercules : chaque tubercule pèse en moyenne 30 grammes.

M. Payen, frappé de l'utilité de cette plante, qu'on avait abandonnée depuis longtemps dans les jardins, l'a soumise à une étude attentive. L'analyse lui a permis de constater : 1° que ce tubercule renferme deux fois plus de substance sèche que n'en contient la pomme de terre; 2° que ces tubercules contiennent aussi une plus grande proportion de matière nutritive que ceux de la pomme de terre; 3° que les grains de fécule de cerfeuil bulbeux sont extrêmement fins et donnent une fécule excellente.

On pourrait utiliser les racines du cerfeuil bulbeux en retirant la fécule qu'elles contiennent, et qui remplacerait très-bien celle qu'on extrait aujourd'hui de divers végétaux exotiques, tels que l'igname, le manioc, etc. Mais on tirerait encore un meilleur parti de ces racines en les consommant tout entières. Il suffirait, pour cela, de les faire cuire dans l'eau ou à la vapeur, et de les dépouiller ensuite de leur épiderme, qui est alors facile à enlever; on obtiendrait ainsi une pulpe granuleuse d'une saveur fort agréable, et qui, une fois sèche, se conserve aisément.

Le cerfeuil bulbeux doit être semé en août ou septembre, il est essentiel que la terre soit bien préparée et dégagée de toutes les plantes étrangères; des arrosages bien ménagés, durant les mois de mai et de juin, semblent favorables, c'est en juillet qu'on procède à l'arrachage, alors que, toute végétation cessant, les feuilles sont complétement fanées.

13

Le festula patula.

Voici quelques renseignements exacts sur une plante très-commune en Algérie et très-propre à la fabrication du papier.

Le *diss* des Arabes ou *festula patula*, est une plante vivace qui croît spontanément sur toute l'étendue du sol algérien, et dont on peut faire deux récoltes par an, l'une en mai, l'autre d'août en septembre. Cette plante s'élève de 3 à 5 mètres et pousse çà et là par touffes épaisses et multipliées. Sa production est tellement considérable que l'on peut à peine craindre de l'épuiser, quand même elle serait employée à la fabrication du papier sur une grande échelle. En outre, le *diss* offre le rare avantage d'être composé presque exclusivement de matières utiles et principa-

lement de filaments textiles réunis dans un parenchyme herbacé et mucilagineux. En effet, on obtient par la séparation de ces différents éléments, et suivant le degré de maturité de la plante, les produits ci-après :

1° Filaments textiles.........	70	à	80	0/0
2° Mucilage..................	8	à	8	»
3° Eau et parties herbacées...	22	à	14	»
Totaux..........	100	à	100	

Les filaments textiles ont été jusqu'à présent reconnus susceptibles de trois applications principales, dont la plus étudiée et la plus importante d'ailleurs est la fabrication du papier. La seconde application est la fabrication d'un crin végétal, ayant toutes les apparences et presque la qualité du crin animal, avec l'avantage de repousser les mites et autres insectes rongeurs des étoffes. La troisième est la fabrication de toutes espèces de tissus et de cordages. Enfin, le mucilage, ou partie glutineuse, peut être considéré comme un quatrième produit, dont l'emploi définitif reste encore à déterminer, mais qu'on pourrait en définitif appliquer au collage du papier.

14

Le pain de dika.

Parmi les substances remarquables rapportées du Gabon par M. Aubry-Lecomte, aide-commissaire de marine, se trouve le *pain de dika*, appelé peut-être à devenir un objet d'exploitation commerciale et industrielle. Un échantillon de ce pain déposé au ministère de la marine, dans les salles de l'exposition permanente des produits coloniaux, a figuré à l'Exposition universelle de 1855.

Le pain de dika est formé d'amandes grossièrement concassées et agglomérées par l'action d'une certaine tempé-

rature. Il présente la forme d'un cône tronqué, du poids de 3 kilogrammes, 500 environ; il est d'un gris brun marqueté de points blancs, onctueux au toucher, d'odeur intermédiaire entre le cacao torréfié et l'amande grillée; sa saveur est agréable, légèrement astringente, analogue au cacao.

L'arbre qui le produit s'appelle *oba* au Gabon. C'est un manguier (*mangifera gabonensis* Aubry-Lecomte), de la famille des térébinthacées, espèce non décrite auparavant. Il est extrêmement commun sur toute la côte d'Afrique depuis la Sierra-Léone jusqu'à Gabon. Son port diffère du *mangifera indica* et ressemble assez à celui de nos chênes; sa hauteur est de 15 à 20 mètres, son diamètre de 0^m, 75 environ. Ses fleurs blanchâtres sont semblables à celles du *mangifera indica*, mais les feuilles sont plus courtes et moins lancéolées; le fruit, appelé *iba*, est un drupe jaune, de la grosseur d'un œuf de cygne, comestible pour les naturels. Il contient un noyau aplati, tomenteux, renfermant une amande blanche, oléagineuse, agréable au goût, pourvu d'un épisperme rougeâtre. C'est avec cette amande que se prépare le *pain de dika*, qui, associé avec d'autres éléments, forme une partie de la nourriture des naturels. Jusqu'à présent, il n'a servi qu'à cet usage : l'incurie des nègres est telle, dit *la Revue coloniale*, qu'une immense quantité de ces semences est laissée sur le sol, où les rats, très-communs dans les forêts du Gabon, s'en montrent si friands, qu'au bout de quelques jours tous les noyaux sont ouverts et les amandes dévorées par ces rongeurs. La récolte se fait en novembre et décembre : elle est des plus faciles.

Par une simple ébullition dans l'eau ou par la chaleur et la pression, on extrait 70 à 80 p. 100 de graisse solide de ce pain de dika. Cet oléagineux, en tout analogue au beurre de cacao, par l'aspect, le goût, la solidité et l'odeur, est fusible à 30°.

Le pain de dika, considéré comme un élément riche en principes nutritifs, peut acquérir une certaine importance commerciale. La partie oléagineuse sera employée pour la fabrication des bougies et des savons; enfin, la médecine y trouve un excellent succédané du beurre de cacao.

15

L'huile de thlaspi.

On s'occupe d'introduire dans le commerce la graine et l'huile de *thlaspi*. Cette plante croît dans les terrains les plus arides, et résiste à toutes les intempéries de l'air. Parmi ses diverses variétés, celle qui fournit le plus de produit, est la variété à graine *brune et ronde*. Le kilogramme renferme plus de 500 000 graines; l'hectolitre pèse 67 à 69 kilogrammes, le rendement peut être de 35 à 45 hectolitres à l'hectare. Chaque pied donne en moyenne, 8 à 13 grammes de graines; l'analyse a donné une richesse en huile de 16 à 25. M. Neuburger, qui s'occupe de l'introduction de cette huile dans le commerce et de la culture du thlaspi, a obtenu un rendement industriel de 21 pour 100. Cette huile s'épure facilement et brûle bien. Les tourteaux qui renferment 3,56 pour 100 d'azote, sont mangés sans difficulté par les moutons.

La culture du thlaspi permettrait d'utiliser, pendant une période plus ou moins longue, des terres sans valeur, auxquelles on ne pourrait demander aucune autre récolte; elle assurerait un travail lucratif aux populations déshéritées de nos plus pauvres contrées, et enfin, elle permettrait de rendre à la production des plantes alimentaires une partie des terres fertiles consacrées au colza.

16

Causes de l'infertilité des landes.

M. G. de Lacoste proteste contre l'opinion qui veut que les landes de la Gironde et de la Gascogne soient infertiles. Cette opinion, par trop accréditée, est fort regrettable, puisqu'elle a pour résultat de frapper de mort une étendue de terre de sept cent cinquante lieues carrées. On attribue en général l'infertilité des landes à ce que la couche végétale repose sur une espèce de tuf qu'on appelle *alios*, et que l'on considère comme une agrégation de matières ferrugineuses. Or, un savant chimiste de Bordeaux, M. Fauré, a démontré que l'alios n'est pas une agrégation minérale inattaquable par les agents chimiques propres à la fertilisation du sol, mais, au contraire, une agrégation mixte de sable et d'humus. Le sédiment végétal qui le lie est, suivant M. Fauré, très-soluble dans les liqueurs alcalines, ammoniacales; l'urine, la chaux vive, les cendres de bois, sont des agents puissants pour désagréger l'alios. Il y aurait donc possibilité, non-seulement de désagréger l'alios, mais encore d'utiliser, pour la fertilisation du sol, l'humus azoté qu'il contient. On peut même, suivant M. de Lacoste, réduire cette agrégation par un simple écobuage, opération facile dans les landes, où la bruyère abonde; la chaux, d'ailleurs, n'est nulle part plus abondante et moins chère que dans le département de la Gironde.

« Les agents de fertilisation, dit M. Lacoste, ne manquent nulle part : c'est l'homme qui dédaigne ces trésors naturels, ou qui ne connaît pas l'art de les utiliser. Appliqués en particulier dans les Landes, ils rendraient la richesse et la vie à des contrées qui sont abandonnées depuis des siècles, faute d'un examen approfondi des causes de leur stérilité. »

XIV

ARTS INDUSTRIELS.

1

Nouveau procédé de panification de M. Mége-Mourriès.

Un jeune chimiste, M. Mége-Mourriès, a proposé un nouveau mode de panification qui a beaucoup attiré en 1857 l'attention des administrations publiques. Les questions auxquelles se rattache le travail de M. Mége-Mourriès sont d'un intérêt capital, parce qu'elles tiennent à la base même de notre alimentation; c'est à ce titre que nous devons faire connaître à nos lecteurs les faits dont il s'agit.

Il sera nécessaire, pour la clarté de l'exposé qui va suivre du nouveau procédé de panification proposé par M. Mége-Mourriès, de rappeler d'abord en quoi consiste le phénomène chimique de la transformation de la farine en pain.

La farine des céréales est composée essentiellement d'un mélange d'amidon, de matière sucrée et de *gluten*, substance azotée, chimiquement analogue à la fibrine des muscles, à l'albumine des œufs, au caséum du lait. Cette matière est douée d'une élasticité, d'une viscosité toute particulière, qui lui ont fait donner par les chimistes son nom de *gluten*. La pâte préparée pour la cuisson, et qui consiste en farine convenablement mélangée d'eau, peut donc être considérée comme un tissu visqueux et élastique

formé de *gluten*, dont les cellules sont remplies d'amidon, avec un peu de matière albumineuse, qui existe en petite quantité dans la farine, et de plus, entremêlé de *levain* qui est destiné à provoquer la fermentation de la masse organique. Quand on abandonne cette pâte dans un endroit chaud la *fermentation panaire* s'établit. A la faveur de l'eau et de la chaleur, le gluten transforme, peu à peu, en sucre, l'amidon de la farine. Le sucre ainsi formé, plus celui qui préexistait dans la farine, se trouvant en présence du levain, éprouve, presque aussitôt, la fermentation alcoolique, c'est-à-dire se transforme, par la réaction mutuelle de ses propres éléments, en acide carbonique et en alcool. Plus tard, une partie de cet alcool peut se changer en acide acétique, tandis que le gluten, en se décomposant lui-même à son tour, donne naissance à du gaz acide carbonique, à de l'hydrogène et à un peu d'ammoniaque. Quand la pâte, après avoir *levé*, est introduite dans le four, la chaleur de ce milieu dilate ou réduit en vapeurs ces divers produits gazeux ou liquides, ainsi que l'air qui a été introduit dans la pâte par l'action du pétrissage. Ces vapeurs ou ces gaz soulèvent la pâte; mais retenus par sa viscosité, ils se logent dans de petites cavités de la masse ainsi soulevée. La chaleur du four ayant chassé la plus grande partie de l'eau interposée, la pâte devient solide et reste criblée de la multitude de petites cavités produites par les gaz; le pain qui en résulte est blanc et léger, par suite de l'extrême division de ses particules.

Si, dans la confection du pain, on fait entrer des farines très-blanches, c'est-à-dire débarrassées par un blutage convenable, de la plus grande partie du son, le pain obtenu est d'une blancheur parfaite. Si la farine, incomplétement blutée, ou naturellement impure, est colorée, le pain obtenu est *bis*, c'est-à-dire d'une couleur plus ou moins prononcée. L'habitude a prévalu, dans tous les pays, d'attacher à la blancheur du pain le signe de sa supériorité

comme produit alimentaire; et, bien que ce caractère soit loin de correspondre à la richesse nutritive du pain, il est certain que les villes réclament avant tout du pain blanc, et que la boulangerie a dû s'arranger pour satisfaire à cette préférence unanime des populations.

Par les recherches qu'il a faites sur le mécanisme chimique de la panification, M. Mége-Mourriès a reconnu d'abord que la coloration du pain bis ne tient pas à la présence de son dans la farine, et qu'en outre, la fermentation panaire est beaucoup plus facile et plus complète quand la pâte présente un caractère acide. Ce dernier fait est incontestable, et peu de personnes s'en doutaient, en France, avant les travaux de M. Mége. C'est avec la crème de tartre, c'est-à-dire avec le tartre purifié, tartrate acide de potasse, que M. Mége a d'abord opéré pour faciliter la fermentation panaire, et obtenir un pain très-blanc avec des farines de médiocre qualité.

A tort ou à raison, nous supposons que M. Mége-Mourriès avait connaissance de l'emploi général que l'on fait en Amérique, depuis quelques années, de la crème de tartre pour blanchir le pain. La presque totalité des crèmes de tartre qui se fabriquent dans le midi de la France, est aujourd'hui exportée aux États-Unis, et les négociants de ce pays ne dissimulent point que cette matière est demandée par eux pour entrer dans la préparation du pain. Que M. Mége ait eu connaissance, oui ou non, de ce fait, c'est ici une particularité secondaire, et nous ne la signalons qu'afin de montrer que les procédés dont nous parlons n'ont rien qui doive les faire repousser, puisque la pratique d'un grand pays en a déjà consacré l'usage.

Mais l'emploi de l'acide tartrique, dans la confection du pain, soulevait plusieurs difficultés. En premier lieu, c'était introduire dans le pain une matière étrangère, une substance chimique, et, bien qu'il existe dans tous les vins des quantités considérables de tartrates de potasse et

de chaux, bien que beaucoup de fruits acides contiennent aussi de fortes proportions d'acide tartrique, on ne peut se dissimuler que l'addition d'un composé chimique à nos pâtes alimentaires ne dût soulever bien des répugnances. Comme la femme de César, le pain, ni l'eau, ne doivent être soupçonnés. Sagement inspiré, selon nous, M. Mége-Mourriès a donc renoncé à l'emploi de la crème de tartre.

En cherchant, dans la série des acides économiques et inoffensifs, ceux que l'on pouvait faire entrer dans la confection du pain, M. Mége-Mourriès a eu l'excellente idée de recourir à l'acide carbonique. La réaction acide de ce gaz est faible, sans doute, mais très-manifeste, et M. Mége-Mourriès, par des expériences réitérées, a reconnu que cette faible acidité de l'acide carbonique suffit pour produire le blanchiment du pain préparé avec des farines de qualité médiocre.

On ne pouvait songer à charger la pâte de la farine de gaz carbonique au moyen d'un courant de ce gaz, ou de sa dissolution dans l'eau. M. Mége a surmonté cette difficulté, en mélangeant à une partie de la pâte un peu de sucre et de levûre. Par la fermentation alcoolique qui s'établit promptement dans ce mélange, le sucre est décomposé, il se forme une petite quantité d'alcool et une masse assez considérable de gaz acide carbonique qui reste retenue dans cette pâte. Dès lors, en mélangeant cette partie de la pâte de farine chargée artificiellement de gaz carbonique, au reste de la pâte préparée pour la cuisson, on forme un tout contenant une quantité de gaz carbonique suffisante pour obtenir, par l'acidité de milieu, l'effet de décoloration que les acides produisent sur la pâte du pain en fermentation. Une partie de farine ainsi chargée de gaz carbonique mêlée à environ deux parties et demie de pâte, mais n'ayant reçu aucune addition, suffit pour obtenir la décoloration du pain.

Nous venons d'exposer la partie théorique du procédé



de M. Mége. Nous passons maintenant à la description de l'opération pratique telle que l'exécute l'auteur. Pour en donner une idée exacte, nous rapporterons une des opérations qu'il a faites à la boulangerie des hospices de Paris pour la démonstration expérimentale de sa méthode.

De 100 kilogrammes de blé on a obtenu, par un seul passage entre les meules et un seul blutage, 72 kilogrammes 720 grammes de fleur de farine et de gruaux blancs; 15 kilogrammes 720 grammes de gruaux bis et 15 kilogrammes 560 grammes de son.

A cinq heures du soir, on mit dans 40 litres d'eau, à 22 degrés environ, 700 grammes de levûre pure et 100 grammes de sucre; on maintint le mélange à cette même température, Le lendemain matin, à six heures, le liquide était saturé de gaz acide carbonique; on y délaya les 15 kilogrammes 760 grammes de gruaux bis, la fermentation commença immédiatement. A deux heures de l'après-midi, on ajouta 30 litres d'eau, et on passa ce mélange au tamis de soie ou d'argent pour séparer le son moyen et le son fin que contenaient les gruaux bis.

Les 70 litres d'eau par lesquels on avait traité les gruaux, après avoir passé au tamis, donnèrent 55 litres environ, avec lesquels on réduisit en pâte les 72 kilogrammes 720 de farine blanche, additionnés de 700 grammes de sel marin; la pâte fut mise dans les pannetons, où elle fermenta; elle fut enfin introduite dans le four, et la cuisson s'opéra comme à l'ordinaire.

En définitive, par le procédé de M. Mége-Mourriès, on peut convertir en pain blanc 84 à 85 kilogrammes de farine, provenant de 100 kilogrammes de blé, c'est-à-dire, de 16 à 17 kilogrammes de farine de plus qu'aujourd'hui; il n'y aurait à rejeter de la panification que 15 à 16 kilogrammes de son. Traitée par les anciens procédés, la farine employée dans l'expérience dont les résultats viennent

d'être rapportés, aurait donné du pain bis ; traitée par le nouveau procédé, elle a donné du pain blanc. La moyenne de plusieurs cuissons a prouvé que 100 parties d'un même blé, dans la nouvelle fabrication, donnent de 16 à 18 parties de pain blanc de plus que dans l'ancienne fabrication. Le pain nouveau ne contient d'ailleurs ni plus ni moins d'eau que le pain ancien.

Quant aux qualités gustatives du pain ainsi obtenu, elles seraient plutôt supérieures qu'inférieures à celles du pain préparé par le procédé ordinaire, au dire de toutes les personnes qui ont pu l'apprécier.

Hâtons-nous d'ajouter qu'un essai prolongé de l'emploi de ce pain a mis tout à fait hors de doute ses propriétés alimentaires. La Commission de l'Académie des sciences chargée de faire un rapport sur le procédé de M. Mége-Mourriès, a entre les mains des attestations de M. Hamon, curé de Saint-Sulpice, supérieur de l'Orphelinat de Saint-Charles, et du docteur Blatin, médecin et administrateur du même établissement, qui sont de nature à dissiper tous les doutes à cet égard. Ce certificat constate les excellentes qualités du nouveau pain, d'après l'usage quotidien qu'on en fait depuis six mois dans l'Orphelinat, composé de cent enfants de deux à neuf ans et de quinze sœurs. « Ce pain, disent M. le curé Hamon et le docteur Blatin, est d'une saveur agréable et très-nourrissant, d'une digestion facile, et se conserve bien... ; la santé des enfants des deux sexes qui en font usage est restée parfaite. »

En résumé, M. Mége-Mourriès paraît avoir résolu, par des moyens simples et économiques, le problème, depuis si longtemps poursuivi, d'obtenir un pain blanc et de bonne saveur avec des farines peu blutées. Si l'on considère que l'emploi de la panification remonte aux âges les plus reculés, et que ces procédés n'ont reçu, depuis l'origine des sociétés, aucune modification sérieuse, on ne saurait méconnaître l'importance du résultat obtenu par cet expéri-

mentateur. Le procédé que nous venons de décrire promet d'apporter une économie réelle dans la confection du pain; il permettra sans doute de ne préparer qu'une seule catégorie de pains pour l'alimentation, d'effacer ces distinctions de pain blanc et de pain bis, gênantes dans les transactions administratives, et de satisfaire en même temps au désir qu'éprouvent les habitants des villes de ne faire usage que de pain blanc. Le nouveau procédé a encore cet avantage sur l'ancien, qu'il permet de faire un pain très-rapproché du pain blanc par l'aspect, quoiqu'il renferme la proportion de son qui donne au pain préparé par l'ancien procédé la couleur *bise* qu'on lui connaît. Nul doute que d'ailleurs, dans les campagnes et partout où l'on consomme le pain bis, on ne pratique ce procédé, sans qu'il soit nécessaire de passer au tamis l'eau fermentée des *gruaux bis*, comme nous l'avons rapporté dans la description de l'opération exécutée par l'auteur.

Telles sont les considérations générales, et les résultats d'expériences qui recommandent à l'attention publique les modifications apportées par M. Mége-Mourriès à la confection du pain. Nous nous empressons d'ajouter, toutefois, qu'il y a par-dessus toutes les expériences, par-dessus tous les résultats constatés dans les commissions officielles, par-dessus toutes les théories, un juge suprême et définitif, c'est la pratique. Dans toutes les questions d'alimentation, le temps seul et l'expérience peuvent décider sans appel de la valeur de toute innovation proposée. Il faut donc attendre, pour se prononcer en dernier ressort sur les avantages de ce mode de panification, les résultats de son emploi général.

2

Le four automatique de New-York.

Nous venons de parler du nouveau procédé de panification imaginé par M. Mége-Mourriès. En fait de progrès, l'Amérique ne veut pas être en reste avec la France, et pour cuire la pâte préparée par les savants procédés de nos chimistes, elle nous a envoyé un appareil mécanique qui exécute à lui seul un travail qui nécessiterait l'emploi de trois cents boulangeries réunies. Nous allons décrire ce curieux appareil, où la pâte du pain entre par une porte, se promène dans l'enceinte échauffée, pour en sortir à l'état de pains roux et prêts à croquer.

Ce four, qui fonctionne à Brooklyn, tout près de New-York, est de dimensions gigantesques ; il n'a pas moins de 32 pieds de hauteur et 18 de long. Il est à deux étages, comme une maison anglaise ; à chaque étage se trouvent deux portes d'entrée.

Un fourneau, placé au-dessous de cette sorte d'édifice, sert à la cuisson du pain. La chaleur de ce fourneau est conduite par des tubes de terre à travers l'enceinte du four, et le fourneau est construit de telle façon que la chaleur peut être réglée et tenue constamment au même degré, au moyen d'un registre automatique attaché à un morceau de métal qui ouvre et ferme l'appareil, suivant que le métal éprouve un mouvement de contraction ou d'expansion.

Pour mettre en mouvement et promener dans le four la pâte destinée à la cuisson, il existe, à l'intérieur, une chaîne à la Vaucanson, ou chaîne sans fin, portant des plateaux horizontaux, sur lesquels trente-deux plates-formes sont placées, à deux pieds de distance environ. Cette chaîne peut être mue soit à la main, soit par la vapeur. La chaîne Vaucanson opère ses révolutions perpen-

diculairement dans le four avec une vitesse calculée de façon qu'il suffise d'un simple tour pour cuire le pain.

Les trente-deux plates-formes supportent trente-deux larges cuves ou bassines de pâte préparée suivant les procédés ordinaires; chaque cuve contient soixante miches de pâte, ce qui fait que 1920 miches de pain de quatre à cinq livres se trouvent cuites par chaque révolution de la chaîne, en même temps et du même coup. A l'extérieur, et près des portes du four, sont deux chariots ou caissons de service; portes et caissons sont mus par le même moteur que la chaîne Vaucanson.

Voilà en quoi consiste le *four automatique* de New-York considéré au repos. Quand il est mis en mouvement, une des portes s'ouvre d'elle-même, une cuve vide tombe du four, et est placée sur le caisson de service, qui la dirige vers la porte située de l'autre côté du four. Une cuve contenant soixante miches de pâte est placée sur ce caisson. La porte en face de laquelle est le caisson s'ouvre, et la cuve chargée entre aussitôt dans le four. La porte se referme immédiatement sur elle, et la cuve commence sa révolution sur la chaîne à la Vaucanson. Aussitôt que cette porte est close, l'autre porte s'ouvre, une autre cuve vide en sort, reçoit instantanément sa charge de pâte, va se rendre, comme celle qui l'a précédée, à la première porte, et ainsi de suite jusqu'à ce que les trente-deux caissons soient remplis, les cuves entrant toujours par une porte et sortant par l'autre. Du moment où toutes les cuves sont chargées, une cuve de pain cuit sort et se décharge elle-même à une porte du four, aussi vite que la pâte a été chargée à l'autre porte. Chaque révolution de la chaîne fournit près de deux mille pains de quatre à cinq livres.

Ce système, imaginé par M. Berdan, de New-York, a permis de faire, avec cinquante hommes travaillant sous le même toit, ce que l'on avait précédemment de la peine à faire, à Brooklyn, avec douze cents ouvriers travaillant

dans trois cents boulangeries séparées. Les boulangers de Brooklyn envoient leurs pains cuire dans ce four gigantesque, par suite de l'économie considérable qui résulte de la réunion de deux à trois cents foyers en un seul, qui marche sans interruption.

Tel est le four-phénomène arrivé tout chaud d'Amérique.

3.

Nouveau système de chauffage industriel au moyen du gaz. — Parallèle du chauffage au gaz et de la méthode ordinaire.

Le système de chauffage industriel généralement employé jusqu'à ce jour, consiste, comme chacun le sait, à placer le charbon sur une grille dans la proximité de l'objet à chauffer, et à provoquer la combustion à l'aide d'un tirage plus ou moins actif opéré par le tuyau de la cheminée. Ce tirage, qui ne s'obtient qu'au moyen des produits mêmes de la combustion, est une source considérable d'inconvénients et de pertes. Rien de plus incertain et de plus variable, en effet, que les quantités d'air qui passent sous les grilles. Tantôt appelé en trop grande quantité, cet air emporte sans utilité une partie du calorique des surfaces qu'il traverse ; tantôt, n'étant pas admis en quantité suffisante pour brûler entièrement les gaz qui prennent naissance dans le foyer, ces gaz s'échappent incomplétement brûlés ; de là, la fumée que vomissent la plupart des cheminées des usines, car cette fumée ne se compose guère que de gaz incomplétement brûlés et de molécules extrêmement divisées de charbon qui s'envolent ainsi sans profit. Il faut ajouter que le tirage détermine une circulation tellement rapide des gaz dans le foyer, que ces derniers ne peuvent, en raison de la vitesse avec laquelle ils s'échappent, céder qu'une fraction de leur calorique.

On pourrait peut-être pardonner au système de chauf-

fage actuellement employé, et qui est en usage depuis des siècles, les graves inconvénients que nous venons de signaler, s'il était permis d'utiliser, à ce prix, les combustibles si variés et si nombreux mis par la nature à la disposition des hommes. Mais il n'en est pas ainsi, et l'industrie est condamnée à ne faire usage que d'un groupe tout particulier de ces corps, c'est-à-dire de certaines variétés de charbon qui ne sont qu'une exception parmi les diverses productions de nos bassins houillers. Pour servir au chauffage de nos chaudières, il faut que les houilles soient plus ou moins grasses et qu'elles puissent se tenir sur la grille. Aussi, les houilles très-maigres, les anthracites, les lignites et la tourbe, qui abondent sous le sol de la France, sont-ils forcément repoussés de la consommation industrielle comme agents de chauffage. Ce n'est qu'à titre de mélange, et toujours dans une proportion très-faible, que ces combustibles peuvent être consacrés au chauffage. Il résulte de là que les nombreuses contrées de la France où ils abondent ne peuvent tirer aucun parti de ces dons naturels, et que des matières, qui deviendraient une source de richesse si elles trouvaient un emploi, restent inutiles à l'industrie.

Si, au lieu de placer le combustible directement dans le foyer, selon le système aujourd'hui en vigueur, on s'arrange pour le décomposer dans un appareil particulier, que l'on amène les gaz résultant de cette décomposition en présence de l'objet à chauffer, par exemple sous une chaudière à vapeur, et que l'on enflamme ces gaz de manière à les brûler complétement à l'aide d'un courant d'air convenablement entretenu et réglé, il est évident que l'on pourra faire disparaître les inconvénients que nous venons d'énumérer. Pour entretenir la combustion, il ne sera plus nécessaire d'avoir recours au tirage par un tuyau de cheminée, le plus coûteux de tous les moyens que l'on puisse mettre en œuvre pour atteindre ce but. Réglé d'une ma-

nière convenable, le courant d'air sera suffisant pour brûler entièrement les gaz ; ainsi, la fumivorité sera parfaitement obtenue et le tirage par un tuyau de cheminée de haute dimension deviendra inutile. Enfin il sera permis d'utiliser, avec ce nouveau mode de chauffage, les combustibles de quelque nature qu'ils soient; dès lors, les anthracites, les lignites, etc., pourront trouver, comme agents de chauffage, un rôle important et dont ils n'ont jamais joui.

Il résulte des considérations précédentes que, pour remédier aux imperfections de la méthode de chauffage employée aujourd'hui, il suffit de décomposer à part le combustible, de diriger, par un conduit, les gaz qui résultent de cette décomposition au-dessous du corps à chauffer, et de les brûler au moyen d'un courant d'air. Progressant dans le foyer par leur simple élasticité, ces gaz y circulent assez lentement pour y déposer, en brûlant, tout le calorique qu'ils peuvent produire. La combustion s'opérant avec une quantité d'air que l'on peut régler à volonté, rien n'échappe à l'action de l'oxygène atmosphérique, aucune parcelle de matière ne passe sans être brûlée, et l'on obtient ainsi un chauffage exempt de fumée. Dès lors, les hautes cheminées qui surmontent et signalent au loin nos usines deviennent superflues, car il suffit de ménager une issue aux produits de la combustion, au moyen d'une simple ouverture ou d'un tuyau d'un pied de hauteur.

Il y a deux manières d'obtenir les gaz propres à servir comme agents de chauffage. La première consiste à distiller le combustible dans des vases clos et sans intervention de l'air; la seconde, à opérer la distillation, ou, si l'on veut, la décomposition de ces combustibles, dans un fourneau donnant partiellement accès à l'air. La première de ces méthodes sert à la préparation du gaz de l'éclairage. Mais, en raison des appareils compliqués qu'elle exige et des frais qu'elle entraîne, elle ne pourrait être employée pour le but général dont nous parlons. La seconde méthode, qui per-

met d'obtenir le gaz à l'aide d'appareils simples et portatifs, d'une installation facile, proportionnés, dans leur volume, à l'importance du chauffage qu'on veut produire, et qui donne le moyen d'utiliser tous les combustibles sans exception, même les plus maigres et les plus rebelles au système ordinaire, est la seule qui puisse réellement venir au secours de l'industrie. C'est à cette dernière méthode qu'a eu recours le docteur Beaufumé. Poussant beaucoup plus loin les tentatives qui avaient été faites avant lui dans cette direction, perfectionnant singulièrement les dispositions qui avaient été proposées, ce physicien est arrivé à construire un appareil essentiellement pratique et dont nous allons donner la description[1].

La décomposition du combustible par la double influence de la chaleur et de l'air atmosphérique, se fait dans un vase métallique ouvert à sa partie inférieure pour donner accès à l'air, et présentant à sa partie supérieure un large tube, ou conduit, destiné à livrer passage aux gaz qui proviennent de la combution. Ce vase métallique est pourvu d'une enveloppe de la même matière, et l'intervalle entre ces deux surfaces est rempli d'eau. Cette ingénieuse disposition a été employée pour empêcher la température du foyer de s'élever au delà de certaines limites. Le calorique en excès développé dans le foyer se trouve absorbé par l'eau contenue dans l'enveloppe; la vapeur résultant de l'ébullition de cette eau se rend, par un tube spécial, dans l'intérieur de la chaudière chauffée par l'appareil, et va s'ajouter à cette dernière vapeur. Les gaz qui ont pris naissance dans le générateur métallique sont formés presque exclusivement

1. Nous avons déjà parlé dans le 1er volume de *l'Année scientifique* de l'appareil Beaufumé; mais, à cette époque, il n'avait pas encore reçu tous les perfectionnements désirables. Trop directement exposé au feu par sa partie inférieure, le fourneau était sujet à une assez prompte usure. Aujourd'hui, l'inventeur a parfaitement remédié à ce défaut, et son appareil est à l'abri de toute altération, même par le service le plus prolongé.

d'oxyde de carbone. Dirigé, au moyen d'un conduit, dans le foyer occupé par la chaudière qu'il s'agit de chauffer, ce gaz y est enflammé, et l'on entretient sa combustion au moyen d'un ventilateur qui injecte dans cet espace le volume d'air nécessaire à une combustion parfaite.

Tel est l'appareil qui sert à réaliser, dans la pratique, l'emploi du gaz comme moyen de chauffage dans les usines. Les gaz qui circulent autour de la chaudière n'obéissant qu'à une pression assez faible, ont le temps d'abandonner tout leur calorique, qui se trouve ainsi entièrement utilisé. Les parois du générateur métallique se trouvant entourées d'eau, la présence de ce liquide les empêche de trop s'échauffer, les garantit de toute altération, et rend les fuites de gaz impossibles. Cette eau sert encore à utiliser le calorique rayonnant des parois extérieures du foyer, qui est perdu dans les appareils ordinaires. Elle donne une certaine quantité de vapeur qui vient s'ajouter à celle de la chaudière, et que l'on pourrait aussi consacrer à mettre en action le ventilateur. Ce qui nous a frappé surtout dans ces dispositions, c'est leur simplicité. Loin de constituer, comme on pourrait le penser d'abord, une sorte d'appareil scientifique, l'appareil que nous venons de décrire est essentiellement pratique, car, avec quelques jours d'apprentissage, le chauffeur le moins habile suffit à le diriger.

Il nous reste à parler de l'économie réalisée par l'emploi de ce système. D'après des expériences entreprises sur ce sujet par M. Grouvelle, ingénieur qui s'est particulièrement occupé de l'étude des appareils de chauffage, on obtiendrait, avec cette nouvelle méthode, une économie qui n'irait pas à moins de 40 pour 100.

« Le procédé de M. Beaufumé, dit M. Grouvelle, dans un rapport sur ce sujet, est la révolution la plus importante qui ait eu lieu depuis longtemps dans l'emploi des combustibles. Ce système, à la différence des chaudières du Cornouailles, donne d'aussi bons résultats avec les petites qu'avec les

grandes chaudières. M. Beaufumé l'a déjà appliqué avec plein succès à la cuisson du plâtre; il servira tout naturellement à cuire la porcelaine et tous les produits céramiques en employant la houille, et il trouvera immédiatement les plus importantes applications dans la fusion des métaux et dans d'autres industries.

« L'économie obtenue dans la production de la vapeur se traduit ainsi :

« Dans la presque totalité des fourneaux à vapeur des usines, la grande houille produit 5 1/2 à 6 1/2 kilogrammes de vapeur, en moyenne 6 kilogrammes; dans les chaudières à grandes surfaces et de grandes dimensions de M. Farcot, la production s'élève de 7 1/2 à 8 kilogrammes. Dans les chaudières très-compliquées et à grande surface du Cornouailles, la production moyenne, suivant les ingénieurs, va de 8 à 10 kilogrammes.

« Dans l'appareil Beaufumé, aussi bien avec les petites qu'avec les grandes chaudières, on a, pour les produits des diverses houilles de bonne qualité que nous avons essayées (moyenne des expériences 1, 2, 3, 5, 6), on a, disons-nous, 10 kilogrammes 544, ce qui donnera sur la houille brûlée aujourd'hui dans les fourneaux à vapeur de toutes les usines, une économie de 40 pour 100, qui, avec les variations de conduite du feu et de qualité de combustibles, ne peut pas descendre au-dessous d'un tiers des quantités brûlées aujourd'hui. Nous ne doutons pas que, dans les autres industries, on n'obtienne une économie égale. »

Les résultats remarquables constatés par M. Grouvelle ont décidé M. Cail à installer dans son usine de Denain un appareil de ce genre, afin de constater rigoureusement les résultats qu'il produirait. On a fait marcher deux marteaux à vapeur, conduits chacun par une machine spéciale, avec le système de chauffage ordinaire et avec un appareil de M. Beaufumé. Cette expérience et quelques autres faites dans les ateliers de Denain, sous la direction de M. Grouvelle, et qu'il serait trop long de rapporter, n'ont fait que confirmer le résultat, précédemment énoncé, d'une économie de 40 pour 100 sur le combustible employé dans la méthode ordinaire.

En 1857, le ministère de la marine a fait procéder à l'essai

de cet appareil dans les ateliers de la marine impériale de Cherbourg. Ces expériences comparatives entre le système de chauffage ordinaire et le chauffage au moyen du gaz ont été faites, dans le port militaire de Cherbourg, sur la chaudière d'une machine à vapeur fixe de la force de 12 chevaux, et sur une chaudière de navire de la force de 35 chevaux. On a constaté que, tandis que le générateur, chauffé par les procédés ordinaires, donnait de 4 à 5 litres d'eau évaporée par heure et par kilogramme de charbon, le même générateur, chauffé par le système Beaufumé, donnait en moyenne 72 litres d'eau évaporée par heure. Sur une chaudière tubulaire de navire, dont le résultat moyen est de donner, par heure, 5 litres à $5^l,5$ d'eau évaporée par le système ordinaire, on a évaporé, avec l'appareil de chauffage au gaz, une quantité moyenne de 9 litres d'eau. Il résulte de là que sur les chaudières tubulaires des navires, il sera possible de supprimer un certain nombre de tubes, et par conséquent de réduire le volume des chaudières sans diminuer leur puissance d'évaporation. On a reconnu en même temps que ce nouveau procédé permettrait de faire servir au chauffage le *menu*, c'est-à-dire le charbon en petits fragments que l'on est forcé de rejeter de l'usage des foyers ordinaires, et que la marine, en particulier, est obligée de distraire de ses approvisionnements dans la proportion de 15 à 20 pour 100.

Les foyers ainsi alimentés sont d'ailleurs absolument exempts de fumée, condition éminemment avantageuse pour la marine à vapeur, tant pour le cas de guerre que pour les temps de paix.

4

La peinture à l'huile remplacée par la peinture au silicate de potasse. — Propriétés remarquables du silicate de potasse. — Son emploi pour durcir la pierre calcaire, les statues et les matériaux de construction. — Application du silicate de potasse à la peinture murale, à la peinture sur verre et à l'impression sur étoffes. — Substitution du silicate de potasse à l'huile dans la peinture de décor.

M. Kuhlmann, de Lille, a reconnu la possibilité d'employer le silicate de potasse dans la peinture en détrempe et dans la peinture à l'huile. Toute l'industrie française connaît M. Kuhlmann, qui, depuis trente ans, s'attache à appliquer ses connaissances théoriques à l'élucidation des problèmes les plus importants de la pratique des arts. Un nombre considérable d'expériences et d'essais, exécutés pour la première fois dans les usines de ce savant manufacturier, se trouvent aujourd'hui, dans divers pays, à l'état d'application. Tout fait espérer que les nouveaux essais qu'il vient d'entreprendre pour transformer les procédés aujourd'hui en usage pour la peinture de décor, seront couronnés du même succès.

Ce travail de M. Kuhlmann, relatif à de nouveaux moyens de fixation des couleurs et des apprêts, n'est qu'une suite de ses recherches antérieures sur les applications industrielles des silicates solubles. Le même composé chimique, c'est-à-dire le silicate de potasse, dont M. Kuhlmann a déjà fait usage avec succès pour augmenter le degré de résistance et la durée des matériaux de construction, peut aussi s'appliquer aux opérations de l'apprêtage et de la peinture. Il sera donc nécessaire, avant de faire connaître ces nouveaux essais, d'exposer la découverte primordiale qui a donné naissance à tant d'applications diverses.

M. Kuhlmann découvrit, en 1841, que le silicate de potasse, c'est-à-dire le composé désigné autrefois sous le

nom de *liqueur des cailloux*, et qui s'obtient en mettant en fusion dans un creuset, de la silice ou du sable très-siliceux avec une forte proportion de carbonate de potasse, possède la propriété de durcir et de rendre compactes les pierres calcaires les plus poreuses et les plus friables que l'on imprègne de cette dissolution. Pour durcir des statues de pierre, des ornements d'architecture, des murs calcaires, les enduits qui revêtent quelquefois ces murs, etc., et leur communiquer le degré de résistance du marbre, il suffit de les recouvrir, au pinceau, d'une dissolution de silicate de potasse. L'effet commence à se produire presque aussitôt. Les surfaces qui ont reçu cette couche siliceuse durcissent rapidement, et à une profondeur d'autant plus grande que la pierre poreuse a absorbé une plus forte quantité de cette dissolution. Il est probable que, dans cette circonstance, il se forme un composé double de silicate et de carbonate de chaux, jouissant d'une dureté considérable et bien supérieure à celle du carbonate simple, qui constitue la pierre calcaire. Quant à la potasse, mise en liberté par la décomposition du silicate de potasse, elle disparaît peu à peu en suintant à travers la pierre, et se dissolvant dans l'humidité atmosphérique, après avoir absorbé l'acide carbonique de l'air.

La dissolution de silicate de potasse a la propriété de durcir de la même manière le plâtre ou sulfate de chaux ; de telle sorte que, pour donner à une statuette de plâtre, à un buste, à des ornements d'architecture, etc., moulés en plâtre, toute la dureté du marbre, il suffit de les recouvrir, au moyen du pinceau, d'une couche de la dissolution siliceuse.

Le procédé de M. Kuhlmann pour le durcissement des matériaux de construction a déjà reçu la sanction de l'expérience, et son emploi commence à devenir assez général. En Angleterre et en Allemagne, on a eu recours à la liqueur des cailloux pour la conservation des monuments,

des statues, des ornements d'architecture, et en général de tous les matériaux de construction. A Paris, ce procédé a été adopté pour durcir les statues de pierre qui décorent le nouveau Louvre.

La dissolution de silicate de potasse, que M. Kuhlmann n'avait d'abord présentée que comme un moyen de durcir les matériaux de construction, a reçu plus tard, entre ses mains, des applications nombreuses et de la même importance. M. Kuhlmann a proposé tour à tour l'emploi de ce sel pour fixer les couleurs dans la peinture sur pierre, sur verre, sur bois, et même dans les impressions sur papier et sur étoffes. Enfin plus récemment, en 1857, il a fait connaître les moyens de tirer parti du même sel dans les opérations, jusqu'ici presque exclusivement mécaniques, de la peinture de décor et de l'apprêtage, procédés consacrés par un usage séculaire, et qui n'ont reçu, depuis leur origine, aucune modification sérieuse.

Pour donner un exemple du mode d'emploi du silicate de potasse dans l'une des opérations précédemment citées, nous indiquerons comment on peut, à l'aide de ce sel, remplacer les procédés si difficiles de la peinture murale.

Pour obtenir une peinture à fresque d'une solidité à toute épreuve, on applique les couleurs sur la surface murale, et l'on arrose ensuite ces peintures avec une dissolution de silicate de potasse, qu'on y projette en pluie fine à l'aide d'une petite pompe munie d'une pomme d'arrosoir. Le silicate de potasse transforme la chaux grasse sur laquelle la peinture est appliquée, en une chaux hydraulique artificielle. Le silicate de chaux, qui se forme par cette réaction, se combinant avec le carbonate de chaux, produit ce composé double de silicate et de carbonate de chaux, qui a la propriété de durcir rapidement à l'air, d'être absolument imperméable à l'eau, et de constituer, par-dessus les couleurs, une couche préservatrice et transparente d'une durée indéfinie.

L'application du silicate de potasse à la peinture murale n'est plus actuellement une simple possibilité théorique. Des travaux remarquables ont déjà été exécutés à l'aide de ce procédé dans le musée de Berlin par M. Kaulbach, le peintre illustre dont s'honore l'Allemagne.

Pour faire usage du silicate de potasse dans la peinture sur verre, on délaye, dans une dissolution concentrée de silicate de potasse, des couleurs minérales non attaquables par les alcalis. Appliquées au pinceau, ces couleurs, mélangées du composé siliceux, durcissent promptement, et deviennent tout à fait inaltérables par l'eau, tout en conservant une transparence complète. Grâce à ce procédé, on peut donc obtenir l'application des couleurs transparentes sur le verre, sur les vitraux des églises et même sur la porcelaine, sans qu'il soit nécessaire de vitrifier par ces couleurs l'action du feu.

Pour employer le même sel dans l'impression sur étoffes, on remplace par le silicate de potasse l'albumine, qui, coagulée par la chaleur, sert aujourd'hui à fixer les couleurs sur les étoffes. La dissolution siliceuse est mélangée aux couleurs au moment de les déposer sur les tissus. Après quelques jours d'exposition à l'air, ces couleurs durcissent par la présence du silicate de potasse, et prennent autant de solidité que celles que l'on fixe aujourd'hui au moyen de l'albumine coagulée. Les tissus ainsi imprimés peuvent être soumis au lavage et au savonnage sans que les couleurs en soient aucunement altérées. La seule condition à remplir pour cet emploi du silicate de potasse, c'est de faire usage de couleurs qui ne soient pas altérables par les alcalis.

M. Kuhlmann est parvenu à imprimer de cette manière sur des étoffes de toute espèce, blanches ou déjà teintes, l'outre-mer bleu et vert, le minium, le vert de zinc, le sulfure jaune de cadmium, etc. L'impression noire s'obtient très-économiquement avec le noir de fumée, et elle a cet

avantage, étant constituée par du charbon, c'est-à-dire par une substance inaltérable par tous les agents chimiques connus, d'être inattaquable par le chlore et par les acides, circonstance très-importante dans l'impression des indiennes. Il est à croire que les silicates alcalins recevront un jour d'utiles applications dans l'impression des étoffes de laine et de soie.

L'emploi du silicate de potasse dans la peinture, soit en détrempe, soit à l'huile, et la possibilité de remplacer par ce nouvel agent l'huile et l'essence de térébentine, produits d'un usage dispendieux et incommode, font le dernier objet du travail de M. Kuhlmann dont nous présentons l'analyse. Après avoir détrempé les couleurs dans l'eau, on les broie avec une solution concentrée de silicate de potasse, et on les applique au pinceau par couches successives. Ce sel, durcissant à l'air, permet de remplacer avantageusement l'huile dont on se sert pour délayer et appliquer les couleurs sur les lambris et les murs de nos habitations.

Le fait le plus important qui résulte des recherches de M. Kuhlmann sur ce point nouveau, c'est la substitution du sulfate de baryte artificiel à la céruse ou au blanc de zinc qui servent à obtenir les bases blanches de la peinture. Appliqué en couches successives au moyen de la colle-forte ou de l'amidon pour la peinture en détrempe et avec un mélange d'amidon et de silicate de potasse quand il s'agit de remplacer la peinture à l'huile, le sulfate de baryte *couvre* parfaitement, et présente sur la céruse et le blanc de zinc l'avantage considérable d'un prix réduit des deux tiers environ. Le sulfate de baryte n'est aucunement altérable par les émanations d'hydrogène sulfuré qui noircissent promptement la céruse; il donne des peintures d'une blancheur et d'une douceur au toucher que les plus fines céruses ne sauraient atteindre.

Déjà, dans l'industrie, ce produit a été l'objet de quel-

ques applications. Sous le nom de *blanc fixe*, il sert à faire des fonds blancs et satinés dans la fabrication des papiers de tenture, et à préparer les cartes de visite glacées. En ouvrant au sulfate artificiel de baryte une voie nouvelle de débouchés presque illimités par son emploi dans la peinture en détrempe et la peinture siliceuse, M. Kuhlmann a réalisé un progrès véritable dans la décoration et la conservation de nos monuments et de nos habitations. Le blanc de baryte permettra de faire, avec une économie extrême, des peintures blanches, mates ou lustrées, en suivant la méthode ordinaire pour leur application et leur fixation : ces peintures rivaliseront avec les plus belles peintures au blanc d'argent et au vernis. En effet, aucune peinture ancienne n'est comparable aux plafonds exécutés avec le blanc de baryte appliqué à la gélatine, ou mieux avec un mélange d'empois de fécule et de dissolution de silicate de potasse.

Par la substitution du sulfate de baryte artificiel à la céruse et au blanc de zinc, comme aussi par la substitution, dans une infinité de circonstances, de la peinture en détrempe à la peinture à l'huile et aux essences, on réalisera donc une économie considérable. Mais là n'est pas le seul avantage qui résulterait de cet emploi du sulfate de baryte. L'usage général de ce produit placerait l'art de la peinture et les industries manufacturières qui se rattachent à la fabrication des bases blanches, dans des conditions hygiéniques des plus satisfaisantes. Non-seulement, en effet, on éviterait les dangers qui résultent de la fabrication et de l'emploi de la céruse et même du blanc de zinc, mais encore on supprimerait l'inconvénient, non moins grave, de l'odeur des essences. Enfin, on aurait l'avantage, avec le sulfate de baryte, de manier un produit dont l'action sur nos organes est tout à fait inoffensive. Tandis que quelques décigrammes de céruse, de blanc de zinc et même de carbonate naturel de baryte, peuvent produire sur la santé

des altérations plus ou moins profondes, le sulfate de baryte peut être ingéré dans l'économie à doses assez élevées sans aucun danger. Un petit chien du poids de 2 kilogrammes 1/2 a reçu, deux jours de suite, dans ses aliments et en un seul repas, 22 grammes de sulfate artificiel de baryte sec, sans qu'il ait manifesté le moindre malaise.

Grâce à ce nouveau procédé, il serait donc permis, selon M. Kuhlmann, de supprimer l'huile et les essences dans les opérations de la peinture de décor.

5

Nouveau moyen pour donner au plâtre la dureté et l'inaltérabilité du marbre.

M. Félix Abate, de Naples, a imaginé un nouveau moyen de donner au plâtre la dureté du marbre. Le bas prix du plâtre, qui s'obtient à l'aide d'un sulfate de chaux très-généralement répandu dans la nature, la facilité qu'on a à le travailler et à le mouler, la perfection et la finesse des objets qu'on peut en obtenir par le moulage, ont déterminé l'emploi que l'on fait si généralement aujourd'hui de ce corps dans les constructions architecturales, dans la décoration, dans la fabrication et la multiplication des ouvrages d'art. Mais, d'un autre côté, on lui reproche, avec raison, sa fragilité et son peu de résistance aux influences atmosphériques, ce qui ne permet guère de l'employer pour les ouvrages qui doivent rester à découvert. Aussi a-t-on proposé une foule de moyens pour augmenter la cohésion et la dureté du plâtre. Par l'emploi de la gélatine, de l'alun, du silicate de potasse proposé par M. Kuhlmann, et dont il vient d'être question dans le précédent chapitre, on est parvenu à lui donner un très-haut degré de consistance. Mais les produits ainsi préparés ont l'inconvénient de coûter beaucoup plus cher que le plâtre simple.

M. Abate est parvenu, par un moyen extrêmement économique, à donner au plâtre toute la dureté du marbre. Admettant que le peu de consistance du plâtre ordinairement employé provient de la trop grande quantité d'eau qu'on lui fait absorber par le gâchage, il a réduit cette quantité de manière à imiter exactement la composition des variétés du plâtre dur et compacte que la nature nous présente. Pour parvenir à gâcher le plâtre avec une très-petite quantité d'eau, voici le procédé dont M. Abate fait usage.

Il place le plâtre dans un tambour cylindrique tournant horizontalement sur son axe, et met ce tambour en communication avec un générateur de vapeur; le plâtre absorbe ainsi, en très-peu de temps, la quantité voulue d'eau, qu'on peut régler d'ailleurs par l'augmentation de poids de la substance, avec la plus grande précision. Avec du plâtre ainsi préparé, et qui conserve toujours son état pulvérulent, on remplit des moules convenablement arrangés, et l'on soumet le tout à l'action d'une puissante presse hydraulique. Après quelques instants, l'opération est finie, et en démontant les moules, on en retire les pièces moulées, qui sont prêtes pour l'usage.

Ce procédé de fabrication est, comme on le voit, facile et économique : le prix de fabrication ne surpasse pas celui de la matière, qui est elle-même très-peu coûteuse.

Le plâtre préparé par ce procédé est d'une parfaite compacité et dureté; il peut recevoir le poli du marbre. Les bas-reliefs les plus délicats, ceux des médailles, se reproduisent avec toute la perfection qu'ils ont dans l'original. Selon l'inventeur, une expérience de trois années a prouvé l'inaltérabilité de ce produit sous l'action des influences atmosphériques; il pourra donc servir pour les ouvrages à découvert aussi bien que pour les travaux d'intérieur.

Rien n'empêchera d'appliquer au plâtre moulé par cette

nouvelle méthode les procédés bien connus de *marbrure à la cuve*, et d'arriver ainsi à imiter et à remplacer avec économie les diverses variétés de marbre.

6

Les pierres artificielles

Un chimiste anglais, M. Ransome, a créé une nouvelle industrie : c'est la fabrication des pierres artificielles. Au lieu de tailler et de transporter à grands frais les masses calcaires ou les silicates qui servent à la bâtisse ou à l'ornement, M. Ransome les fabrique de toutes pièces, sur les lieux, au moyen de débris terreux de diverses natures.

Les premiers essais de M. Ransome eurent pour but de remplacer les pierres meulières. On sait que le monde entier est tributaire de la France pour tous les silex employés dans les moulins à grains : *La Ferté-sous-Jouarre* fournit seule ses meulières siliceuses à l'Europe et au nouveau monde.

On a depuis longtemps cherché à remplacer les pierres meulières de la Ferté-sous-Jouarre par des meules d'acier : mais elles coûtent plus cher, s'usent plus vite et demandent pour leur rhabillage des mécaniciens consommés et un atelier de mécanique; aussi y a-t-on promptement renoncé. L'idée primitive de M. Ransome était donc de composer une pierre homogène, aussi dure que la meulière, et qui pût en recevoir les applications. Il commença par réduire en poudre les meulières des terrains tertiaires, qu'on rencontre partout; puis il chercha à en agglutiner les molécules au moyen de plâtre, de colle-forte, de ciment. Ses premiers essais ne furent pas heureux; l'adhérence, insuffisante contre les particules de silex, rendait ces meules complétement impropres au concassage des grains. M. Nasmyth lui suggéra l'idée de composer une

pierre avec du silex et du verre réduits en poudre, de mouler ces matières fortement serrées au moyen de puissantes presses, puis de les soumettre à une haute température, qui, en fusionnant toutes les particules de verre, souderait entre elles les molécules de silex, ce qui permettrait d'obtenir une masse compacte homogène et dure. Malheureusement, par suite de la fusion, les matières se déforment; en outre, la fonte n'est pas homogène.

L'inventeur songea alors à employer comme agglutinatif le silicate de potasse ou le silicate de chaux gélatineux, plus ou moins soluble et ramollissable dans l'eau, suivant la quantité de base qu'il contient. Ce silicate alcalin s'obtient : 1° en traitant dans un creuset de la silice et du carbonate de potasse ou de soude à une haute température; il se forme un silicate, et il se dégage de l'acide carbonique; 2° en traitant le silex réduit en poudre par le carbonate de potasse ou de soude liquide, ou par l'un quelconque de ces alcalis caustifiés. Ce deuxième procédé, quoique long, fut cependant celui que choisit M. Ransome; mais, au lieu de faire la solution à la pression atmosphérique, il opère dans une marmite autoclave, à trois ou quatre atmosphères; la réaction est bien plus rapide.

Le nouveau procédé consiste donc à produire un silicate alcalin gélatineux, à le mélanger avec du silex réduit en poudre et de l'acide silicique pur destiné à saturer l'excès d'alcali, à former ainsi un produit tout à fait insoluble, à en constituer une pâte, à la mouler, et à enlever son eau à une haute température, en portant l'objet dans un four fortement chauffé. Mais ici se présente une grande difficulté : la surface extérieure commence à sécher, elle forme croûte, et l'humidité intérieure la fendille pour se dégager à la superficie. Pour prévenir cet inconvénient, on a imaginé de cuire ces produits dans une étuve close, qui ne permet, pendant les heures de cuisson, aucun dégagement

de vapeur. Lorsque toute l'eau est à l'état de vapeur, on ouvre une issue, et tous les produits gazeux s'échappent à la fois.

La pierre factice fabriquée par l'inventeur anglais est composée de 10 parties en poids de sable, 1 de verre réduit en poudre, 1 d'argile, et 1 de silice gélatineuse. M. Ransome applique son procédé à la fabrication de toute espèce de pierres, pour construction, pour objets d'art, etc.

Cette industrie nouvelle, qui prend quelque extension en Angleterre, mériterait d'être essayée en France.

7

Peintures murales obtenues par application.

L'exécution des peintures murales et des fresques artistiques sur les plafonds et les panneaux est toujours une œuvre difficile. Ce travail s'exécute dans des conditions qui le rendent pénible pour l'artiste, et qui sont nécessairement défavorables à l'œuvre elle-même; car l'échafaudage sur lequel le peintre doit se placer masque une partie de la lumière du jour et empêche de bien se rendre compte des effets obtenus. L'exécution des peintures murales exige beaucoup de temps; aussi le prix de ces œuvres d'art les rend-il peu abordables aux fortunes médiocres. Un inconvénient plus grave encore que les précédents, car il se lie à la nature même du procédé mis en usage, c'est que le fond qui doit recevoir la peinture s'obtient par une succession de couches dont la composition ne peut pas toujours être exactement observée; cette hétérogénéité entre les couches les expose à être, au bout d'un certain temps, écaillées et gercées.

Il est évident que tous ces inconvénients disparaîtraient si l'on pouvait substituer à la peinture murale une peinture

exécutée dans l'atelier, sur le chevalet, selon la méthode ordinaire, et que l'on appliquerait ensuite sur la surface destinée à la recevoir. C'est ce qu'on a essayé plusieurs fois, et l'on a déjà obtenu des résultats très-satisfaisants de ce mode de peinture murale par *application*. Mais les procédés qui ont été employés jusqu'ici pour exécuter les peintures à fresque, comme les peintures à chevalet pour les appliquer ensuite, revenaient à un prix élevé. Un peintre, M. Poisson, qui s'est occupé de cette question, a trouvé le moyen d'arriver à très-peu de frais à ce résultat.

Le moyen très-simple employé par M. Poisson consiste à étaler sur une gaze une couche épaisse de peinture, sur laquelle l'artiste exécute son tableau avec les couleurs ordinaires de la peinture à l'huile. Cette peinture et la couche de fond sur laquelle elle est déposée *constituent une même masse homogène* qui n'adhère presque point à la gaze sur laquelle elle est appliquée; de telle sorte, que cette gaze étant enlevée, après qu'on l'a légèrement mouillée avec une éponge, on peut appliquer le tableau, absolument comme un papier de tenture, sur le mur ou sur le panneau qui doit le recevoir, et qui a été préalablement revêtu d'un enduit destiné à le faire adhérer.

Le mérite principal de cette invention consiste dans le bas prix d'un procédé qui permet d'exécuter avec promptitude des peintures de décor pour l'intérieur des édifices et des lieux publics. Grâce à ce procédé, la *xilochromie*, c'est-à-dire la *peinture à l'huile obtenue par l'impression*, art d'une découverte toute récente, pourra venir en aide à la peinture exécutée par la main de l'artiste. Ainsi l'intérieur de nos édifices publics pourra s'enrichir à peu de frais de ces peintures murales dont on a fait jusqu'ici trop peu d'usage, et qui constituent pourtant le plus beau de tous les moyens de décoration.

8

Les divers moyens de pavage.

Le journal *l'Invention*, de M. Gardissal, a donné des renseignements intéressants sur les divers moyens de pavage qui ont été essayés jusqu'ici, et sur un nouvel essai fait en 1857 pour employer au pavage le minerai de fer pulvérisé.

De tous les moyens de consolider le sol des voies de communication, deux seulement sont d'un usage général: le pavé de grès et l'empierrement au moyen du macadam. Mais, dans les localités où le grès manque et où le macadam serait trop dispendieux, on forme le pavé au moyen de pierres calcaires dures que l'on taille en cubes ou en parallélipipèdes. Les roches volcaniques servent au même usage en Auvergne, à Florence et à Naples. La pierre meulière sert au pavage à Châteauroux et dans les villes voisines. Les cailloux roulés, employés sans aucune taille, servent au pavage dans la plupart de nos villes de France. Enfin, dans les localités où la pierre manque, on emploie pour le même usage les briques les plus dures; Venise et Rome, certaines villes de la Hollande et du nord de l'Allemagne, sont en partie pavées en pierres céramiques cuites.

On a essayé, en Angleterre et en Amérique, le pavage en caoutchouc. Les essais faits dans les cours et allées du château de Windsor et dans les écuries de l'arsenal de Woolwich ont très-bien réussi; malheureusement le prix du caoutchouc est trop élevé pour qu'on puisse songer à établir ce pavage, même dans les cours des maisons particulières. Vers 1834, on a essayé en Russie les pavés de bois, qui ont été employés en Angleterre il y a quelques années avec un certain succès. Cependant ce moyen a été

abandonné, malgré les perfectionnements apportés de nos jours aux procédés de conservation des bois. Enfin, tout récemment, on a essayé sur les boulevards de Paris un pavage composé d'une fondation de béton et d'une épaisse couche de bitume. Le procédé est bon, mais fort coûteux.

« A Londres, dit le journal *l'Invention*, on vient d'essayer un pavage en fonte de fer; ce sont de petits cubes creux, joints à l'aide du bitume et présentant des aspérités à leur surface apparente, pour que les pieds des chevaux puissent s'y loger, ou présentant à leur surface un cadre que l'on remplit aussi de bitume en laissant les côtés légèrement saillants.

« Enfin, tout récemment, MM. Galy-Cazalat et Lacombe ont proposé un pavage ferrugineux.

« La base de ce ciment est le minerai de fer pulvérisé. Le minerai se mélange avec des goudrons de toutes qualités, et forme ainsi un mortier tenace et dur, mais possédant, comme toutes les préparations bitumineuses, une certaine élasticité qui lui fait supporter, sans être altéré, les frottements les plus violents, et dont l'homogénéité complète en fait un corps aussi capable que le fer lui-même de résister aux plus énormes charges. Ce mortier se compose, pour le pavage :

« 1° De 52 parties d'asphalte; 2° de 40 parties de minerai de fer; 3° de 8 parties de goudron minerai.

« Il s'applique par couches dont l'épaisseur varie de 6 à 10 centimètres, et à chaud, selon les besoins de l'emplacement où on le met, sur un béton de pareille hauteur, et composé de bons cailloutis reliés par de la chaux hydraulique. Entre le béton et la couche extérieure, on en applique une autre qui est composée de bitume ordinaire, mêlé à de l'asphalte et du goudron de gaz.

« La totalité des trois couches ordinaires superposées l'une à l'autre, suivant les fatigues que le pavage est appelé à supporter, varie de 12 à 18 centimètres. Tous les corps durs qui sont mélangés au bitume, au goudron, à l'asphalte ou à la chaux hydraulique, doivent être bien lavés et dépouillés de tout corps étranger. »

9

Chronomètre indiquant la similitude de l'heure sur les chemins de fer.

A mesure que les voyages par les chemins de fer deviennent plus nombreux et plus rapides, les différences d'heure qui existent entre les pays placés sous des méridiens éloignés deviennent plus sensibles. Cette différence d'heure complique le service des chemins de fer. Pour essayer de parer à cet inconvénient, les administrations des chemins de fer ont pris le parti d'adopter sur toute une ligne l'heure de Paris. Mais, de cette manière, la difficulté a été plutôt dissimulée que résolue, car à la frontière l'inconvénient dont nous parlons reparaît avec plus de force.

La plus grande partie de ces inconvénients retombe sur le voyageur, qui est forcé, quand il s'arrête ou qu'il séjourne successivement dans des pays distants les uns des autres, de raccorder plusieurs fois sa montre avec l'heure des diverses gares. Mais eût-il la meilleure montre possible, fût-il entouré des chronomètres les plus exacts, il est certain qu'il ne saura jamais l'heure qu'il est. On connaît l'épigramme de Boileau sur l'amateur d'horloges :

Sans cesse autour de six pendules,
De deux montres, de trois cadrans,
Lubin, depuis trente et quatre ans
Occupe ses soins ridicules.
Mais à ce métier, s'il vous plaît,
A-t-il acquis quelque science?
Sans doute; et c'est l'homme de France
Qui sait le mieux l'heure qu'il est.

Malgré toute sa collection chronométrique, l'homme de Boileau, voyageant sur un chemin de fer, serait encore moins instruit que ne le dit le satirique : s'il allait vers l'orient, l'heure le dépasserait; elle le fuirait s'il se diri-

geait vers l'occident, car l'heure varie encore plus que le langage, les religions et les mœurs.

La confusion qui existe aujourd'hui augmentera encore lorsqu'un plus grand usage des chemins de fer chez toutes les nations amènera le goût général et même la nécessité des voyages lointains.

La nécessité de la construction d'une montre indiquant exactement l'heure en dépit des différences géographiques avait déjà été signalée. Un horloger de Paris, M. Anquetin, annonce avoir parfaitement atteint le but proposé. Nous ne saurions entrer ici dans le détail des dispositions mécaniques adoptées par M. Anquetin pour construire une montre de poche donnant toujours la similitude de l'heure sur les chemins de fer. Nous avons voulu seulement faire connaître, comme fait scientifique intéressant, la nécessité, qui tend à se produire, d'un nouvel appareil chronométrique, par un effet naturel de notre marche vers le progrès.

10

Nouveau procédé d'argenture remplaçant l'étamage des glaces.

On a mis en pratique en Angleterre, depuis plusieurs années, un procédé imaginé par M. Drayton, étudié et très-recommandé par le célèbre physicien Faraday, et qui permet de déposer sur les glaces, au moyen d'une opération chimique, une couche brillante d'argent. L'étamage des glaces est ainsi remplacé par l'*argenture* ; au lieu de recouvrir les glaces d'une mince couche d'amalgame d'étain, c'est-à-dire d'un alliage de mercure et d'étain, on dépose à la surface une pellicule d'argent. On sait que, chez les anciens, les miroirs étaient presque toujours composés d'une lame d'argent brillante et polie ; le nouveau procédé, issu des découvertes de la chimie moderne, revient donc à restaurer un usage de l'antiquité.

L'argenture des glaces par le procédé Drayton consiste à déposer à la surface de la glace, préalablement bien nettoyée, une dissolution étendue d'azotate d'argent, mélangée d'une certaine quantité d'alcool et d'une huile essentielle. La glace, recouverte d'une mince couche de cette mixture, est placée sur une table de fonte légèrement chauffée. L'oxyde d'argent se trouvant réduit par l'action de l'hydrogène et du carbone, de l'alcool et de l'huile essentielle, l'argent se précipite, et, par une circonstance bien rare en ces sortes de réduction, il se sépare avec un brillant extraordinaire; par un effet plus rare encore et fort précieux dans ce cas, le métal précipité adhère avec force à la surface du verre.

Le procédé Drayton, pour l'argenture des glaces, a pris en Angleterre une certaine extension. On n'a pu réussir pourtant à le faire admettre définitivement dans l'industrie, parce que l'opération ne réussit pas toujours au gré du fabricant. Le dépôt d'argent ne se fait pas d'une manière uniforme sur toute la surface de la glace, de telle sorte qu'il reste souvent des parties non revêtues du dépôt métallique. Cette circonstance a arrêté l'essor de cette industrie.

En France, on a essayé, il y a peu d'années, d'introduire cette méthode nouvelle; mais les mêmes difficultés pratiques que l'on avait rencontrées en Angleterre ont mis obstacle à sa réussite.

En 1857, un industriel français a apporté au procédé Drayton une modification qui a pour résultat de faire disparaître les causes d'insuccès qu'il avait rencontrées jusqu'ici. Cette modification consiste à remplacer l'huile essentielle, employée comme agent réducteur, par l'acide tartrique additionné d'ammoniaque. Grâce à cette substitution, la précipitation de l'argent se fait toujours d'une manière uniforme, et la surface du verre est entièrement recouverte. Les expériences auxquelles nous avons assisté dans les ateliers de l'inventeur, M. Petitjean, ne laissent aucun doute sur le

succès de l'opération. A une dissolution d'azotate d'argent, on ajoute de l'ammoniaque et de l'acide tartrique, en proportions convenables, et cette liqueur est déposée, en une couche de l'épaisseur de quelques millimètres, sur l'un des côtés de la glace, préalablement nettoyée avec le plus grand soin, et déposée sur une table de fonte; cette table est chauffée à la température d'environ 35 degrés par un courant de vapeur circulant au-dessous. Au bout de sept à huit minutes, on voit la réduction du sel d'argent commencer; le dépôt est entièrement formé en moins d'une heure. Il ne reste plus, pour terminer le travail, qu'à appliquer, par le même moyen, une seconde couche d'argent. Pour préserver de toute altération le métal déposé, on le recouvre à l'extérieur d'une couche de peinture au minium, et la glace se trouve ainsi prête à mettre en place.

Les avantages qui doivent résulter de la substitution de l'argent à l'amalgame d'étain, dans la fabrication des miroirs, sont de toute évidence. Le mercure, qui est consacré depuis des siècles à ce genre d'opération, et qui exerce sur la santé des ouvriers employés à ce travail une influence funeste et bien connue, pourra être désormais banni des ateliers. Déjà, par la découverte de la dorure électro-chimique, on est arrivé à ce résultat précieux, de supprimer totalement l'emploi du mercure dans la dorure sur métaux, et d'assainir, au grand bénéfice de l'humanité, une industrie meurtrière. Si l'on parvient également à exclure ce dangereux métal de la fabrication des miroirs, la science aura terminé sur ce point son œuvre de bienfaisance. C'est là le point capital qui recommande, à nos yeux, cette invention nouvelle. Nous pouvons ajouter que la surface réfléchissante obtenue par ce nouveau procédé ne le cède en rien, en éclat ni en pureté, au *tain* produit par l'amalgamation; et, qu'en outre, les encadrements et les emballages pour les expéditions au dehors seront rendus beaucoup plus faciles avec ces glaces argentées, revêtues d'un

enduit métallique extrêmement adhérent, et qu'aucun frottement, aucun choc ne peuvent endommager, puisqu'il est défendu à l'extérieur par une couche résistante de peinture.

Le seul point qui ne nous paraisse pas suffisamment établi pour le succès définitif de cette nouvelle méthode, c'est la parfaite conservation ou l'inaltérabilité du dépôt métallique. Quelques années d'expérience seront nécessaires pour mettre hors de doute cette inaltérabilité. Quoi qu'il doive arriver d'ailleurs de ce point décisif, l'invention que nous venons de faire connaître est en elle-même pleine d'intérêt, car elle représente le progrès dans une industrie qui n'a pas fait un pas depuis des siècles.

11

Nouveau moyen de conditionner les soies.

Personne n'ignore ce que l'on entend par la *condition* ou le *conditionnement* des soies et des diverses étoffes. L'opposition des intérêts entre vendeurs et acheteurs a fait naître le *conditionnement*, c'est-à-dire la constatation du poids loyal et marchand des matières textiles susceptibles d'absorber l'humidité, telles que la soie et la laine, en les plaçant dans de bonnes *conditions*, c'est-à-dire en les exposant à une température qui ne soit ni trop humide ni trop sèche, et en retirant tout excédant de poids résultant d'une surcharge d'eau frauduleuse ou anormale.

On faisait autrefois cette constatation en exposant dans des séchoirs chauffés les marchandises entières; mais on a reconnu à cette pratique des longueurs préjudiciables à l'industrie, des inconvénients graves et de nombreuses irrégularités.

Il y a plusieurs années, M. Talabot a introduit le sys-

tème qui est aujourd'hui en usage, et qui prend pour base du conditionnement la dessiccation absolue d'une petite portion de marchandise, appliquée ensuite, par un calcul de proportion, à la totalité de la marchandise qu'elle représente. Mais, comme il faut évidemment, pour rentrer dans les conditions ordinaires, restituer à la matière ainsi parfaitement desséchée, l'humidité naturelle qu'elle retient dans son état normal, on ajoute au poids absolu une reprise de 11 pour 100 à la soie et de 25 pour 100 à la laine. C'est la combinaison de ces deux éléments du conditionnement : 1° le poids absolu, 2° la reprise d'humidité, qui constitue le poids marchand, en d'autres termes, le poids de la *condition*.

L'importance de la reprise d'humidité pour rétablir le poids normal de la marchandise a été très-controversée pour la soie, et elle l'est encore pour la laine. Elle est, en effet, toujours contestable, parce qu'elle repose sur des observations où l'on n'a pas établi scientifiquement et mathématiquement la différence exacte qui sépare le poids absolu du poids hygrométrique naturel dans un milieu exact de température. C'est là le problème que M. Billard s'est proposé de résoudre dans un Mémoire qui a été présenté à l'Académie des sciences. Voici comment l'auteur expose ses idées sur ce sujet :

« On composera, dit M. Billard, de petits échantillons de soie ou de laine, d'environ 105 grammes, pesés avec la plus grande précision, et à 5 milligrammes près; on soumettra ces échantillons à une ventilation prise dans l'air d'un laboratoire, maintenu autant que possible à la moyenne hygrométrique de 50 degrés. On exposera ensuite ces échantillons à la température libre du même laboratoire, pour achever leur équilibrage d'humidité et leur assimilation avec celle de l'air ambiant, et, après une ou deux heures d'exposition, et lorsque les observations faites à un bon hygromètre donneront très-exactement 50 degrés, on pèsera les échantillons, et l'on aura alors un poids régulateur à la température moyenne. Des calculs de proportion permettront ensuite d'appliquer le condi-

tionnement hygrométrique à toutes les matières similaires. Ces mêmes échantillons étant soumis à la dessiccation par les procédés ordinaires de chauffage actuellement employés (entre 102 et 108 degrés), on verra, par la différence du poids absolu à celui du conditionnement hygrométrique, quelle est la charge d'humidité dans le milieu tempéré de 50 degrés, et par conséquent combien chaque degré mesure d'humidité.

« Le choix et le poids des régulateurs une fois arrêtés, on n'a plus besoin d'hygromètre, ou plutôt ces régulateurs deviennent chacun un hygromètre *sui generis* pour toute matière similaire. Les différences de poids en plus ou en moins du régulateur, relativement à son poids étalon, indiquent les excès d'humidité ou de sécheresse de la température ambiante. A chaque conditionnement, le régulateur est soumis, avec les échantillons d'épreuve (choisis, comme dans le système actuel, pour représenter la partie entière de la marchandise à conditionner), à une ventilation et à une exposition qui les harmonise également et simultanément avec l'air ambiant, et le conditionnement est une simple affaire de calcul : 1° la détermination, par un double pesage avant et après l'opération, du poids des échantillons à leur entrée en condition et après l'expérimentation hygrométrique, et par le poids des échantillons de celui de la marchandise qu'ils représentent, c'est-à-dire le poids ramené à l'état de la température ambiante; 2° la constatation, par la différence de poids en plus ou en moins du régulateur relativement à son poids étalon, de la proportion pour 100 de surcharge, ou de déperdition anormale d'humidité occasionnée par l'état trop humide ou trop sec de cette même température ambiante, et le rétablissement à l'état normal qui déterminera le poids de condition. »

Le système de conditionnement, proposé par M. Billard, aurait l'avantage de n'exposer à aucune altération la matière expérimentée. Très-économique dans son emploi, il permettrait d'éviter les frais qu'entraînent les appareils dessiccateurs. Enfin, on pourrait le mettre en pratique dans toute espèce de local; il demanderait peu de place et une surveillance bien moins assujettissante dans le service que le système actuel.

12

Nouveau moyen de produire artificiellement de la glace.

Dans les pays chauds, où la glace est fort chère, on a essayé plus d'une fois de la fabriquer artificiellement sur place[1]. Deux moyens sont indiqués par la physique pour obtenir la congélation artificielle de l'eau : les *mélanges réfrigérants*, c'est-à-dire la réunion de certains sels qui, par leur action mutuelle, provoquent un abaissement considérable de température, et l'évaporation de l'eau dans le vide, qui, par la promptitude avec laquelle elle s'exerce dans ce cas, provoque rapidement la congélation de l'eau.

Le premier de ces moyens est le seul qui ait reçu jusqu'ici une application pratique. On connaît, sous le nom de *Glacière des familles*, un petit appareil disposé de manière à recevoir un mélange de sulfate de soude et d'acide chlorhydrique, et qui a pour résultat de produire de la glace en un quart d'heure. Mais le second moyen, c'est-à-dire l'emploi du vide, n'avait pas encore été appliqué dans ce but. C'est ce qui vient d'être fait en Amérique.

Sur les rives du Cuyoga, aux États-Unis, on se sert d'un appareil fondé sur le principe de l'évaporation dans le vide, et qui en réalise l'application sur une très-grande échelle, puisqu'il permet de produire d'un seul coup une

1. On fabrique aux Indes de la glace par un procédé artificiel. Un juge de Bénarès emploie, pendant les mois de décembre et de janvier, des centaines de pauvres Hindous de tout sexe et de tout âge à placer sur une aire immense des milliers de soucoupes à fond plat remplies d'eau. Cette aire est exposée au souffle froid du vent des montagnes. Pendant la nuit, il se forme sur ces soucoupes de minces lames de glace qu'on rassemble avec soin le matin, avant le lever du soleil, pour les empiler avec de la paille dans des fosses profondes, où elles se conservent pour les longs jours de l'été. Cette fabrication fait vivre une multitude de malheureux privés de tout autre moyen d'existence.

tonne de glace. On opère dans une citerne de forme rectangulaire, entourée à l'extérieur d'une épaisse couche de charbon, corps mauvais conducteur du calorique et qui préserve l'enceinte intérieure de la chaleur du dehors. Dans cette citerne sont placées une suite de boîtes de fonte contenant 14 ou 15 kilogrammes d'eau. Entre ces boîtes circule une rigole de fonte. On fait le vide dans la citerne au moyen d'une puissante machine pneumatique mise en action par une machine à vapeur. Quand le vide est établi, on fait passer le long des rigoles de fonte qui côtoient l'extérieur des boîtes remplies d'eau, un courant d'éther. Par la subite évaporation de l'éther dans le vide, l'eau se refroidit rapidement et se convertit en glace. L'opération ne dure pas plus d'une heure, et le thermomètre placé à l'intérieur de la citerne descend jusqu'à —9°. La glace ainsi produite ne revient, dit-on, qu'à 15 fr. la tonne, ou 15 cent. le kilogramme.

Ce nouveau moyen de produire artificiellement de la glace a été importé à Paris, par M. Harrisson, ancien membre du conseil législatif de Victoria (Australie)

L'appareil qui a fonctionné à Paris, pendant l'été de 1857, se compose d'une pompe à air faisant le vide dans un réfrigérant, lequel consiste en un vase métallique contenant un serpentin dans lequel coule l'éther. Quand la pompe aspirante a produit le vide, l'éther entre en vapeur et produit par son évaporation un froid assez intense pour congeler l'eau autour de laquelle passe la vapeur d'éther. La pompe aspire de nouveau la vapeur d'éther et la refoule dans un condenseur d'où elle revient, à l'état liquide, dans le réfrigérateur. On voit donc que la même quantité d'éther peut servir pendant un temps indéterminé, car jamais cette vapeur ne se perd.

Cet appareil n'a encore été expérimenté qu'à titre d'essai : on se servait d'une petite machine à vapeur de la force

d'un demi-cheval environ, et l'on obtenait à peu près 8 kilogrammes de glace par heure. Mais ces expériences ont été faites jusqu'ici sur une trop petite échelle pour que l'on puisse en tirer d'avance aucune conclusion sur la valeur pratique et l'économie de cette fabrication.

On a remarqué que la glace est transparente ou opaque, suivant la rapidité de sa production. Si on la fabrique rapidement, elle est composée de gros cristaux granulaires; lorsqu'on la forme lentement et régulièrement comme dans la nature, elle est unie et claire. La glace blanche est d'une puissance réfrigérante égale à celle de la glace claire; mais comme elle présente une surface rugueuse, elle se fond plus vite.

On pourrait modifier l'appareil de M. Harrisson pour le faire servir à rafraîchir, pendant l'été, l'air des appartements.

13

Machine à écrire.

M. Samuel Francis, de New-York, a inventé une machine qui est destinée à tracer l'écriture.

L'opérateur joue sur un clavier de trente-six touches qui correspondent aux lettres de l'alphabet, aux accents, aux points et à des signes particuliers, l'un pour les capitales, l'autre pour les espaces. Ces touches mettent en mouvement des marteaux sur la face desquels les lettres sont gravées, et qui, rangées en cercle, viennent tous frapper sur la même enclume. Le papier, porté sur un chariot entre l'enclume et les marteaux, se meut au moyen d'un échappement qui tourne d'un cran chaque fois qu'une lettre est touchée. L'écrivain est averti qu'il est arrivé à la fin d'une ligne par un coup de sonnette; il presse alors un bouton, et le papier est ramené à gauche, en même temps qu'il glisse en s'éloignant d'une *interligne*. Après quatre

heures de pratique, on écrit aussi vite avec cette machine qu'avec la plume, et l'on a l'avantage d'avoir deux copies parfaites.

Au moyen d'une légère modification, l'appareil pourrait imprimer en relief et servir aussi aux aveugles.

14

Les cordes métalliques pour la transmission des mouvements dans les manufactures.

MM. Haussmann, Jordan et Hirn, de Colmar, font usage, depuis plusieurs années, dans leur établissement de tissage mécanique, de cordes ou câbles métalliques pour transmettre le mouvement à des ateliers très-éloignés du moteur principal. Ces cordes, de fabrication anglaise, sont composées, en général, d'un petit câble central en fil de chanvre entouré de plusieurs fils de fer.

Une de ces cordes métalliques, qui a été établie par M. Hirn le 10 août 1853, transmet le mouvement à un tissage mécanique distant de 82 mètres du moteur. Elle s'enroule sur deux poulies de 2 mètres de diamètre, marchant à la vitesse de 100 tours par minute, et flotte librement dans l'air sur tout l'espace compris entre les deux poulies. M. Hirn estime qu'à cette vitesse, la force transmise par cette corde pourrait aisément être portée à 20 ou 30 chevaux. Une autre transmet le mouvement à un atelier de serrurerie et de menuiserie, distant du moteur de 60 mètres. Elle passe sur des poulies de 1 mètre de diamètre, ayant une vitesse de 50 tours à la minute, et flotte de même librement dans l'air entre les deux poulies.

Ces deux câbles n'ont encore donné lieu à aucun frais d'entretien ou de réparation. Pour les préserver de l'action de l'air ou de la pluie, on se borne à les enduire, de temps à autre, de poix d'Archangel.

Il est certain que ces cordes métalliques trouveront une application utile dans nos manufactures, et remplaceront avec avantage les courroies de cuir qui servent à opérer la transmission de la force motrice ou les renvois de mouvement.

15

Saturation du gaz d'éclairage par les vapeurs d'un hydrogène carboné liquide pour en accroître le pouvoir éclairant.

On s'est bien souvent occupé d'augmenter le pouvoir éclairant du gaz, en mélangeant le gaz de houille de nos usines avec les vapeurs d'une substance riche en carbone, et capable, par conséquent, de fournir à la flamme la quantité de charbon nécessaire pour la rendre plus brillante. M. Jobard a réussi le premier à rendre cette opération pratique. Mais les divers moyens que l'on a proposés pour augmenter le pouvoir éclairant du gaz, en y ajoutant la vapeur d'un hydrocarbure liquide, avaient pour objet d'opérer dans l'usine même le mélange des vapeurs de l'hydrocarbure. Or, il était à craindre, dans ce système, qu'après avoir parcouru une longue distance à travers les ramifications des conduits, le gaz parvenu chez le consommateur n'eût perdu une certaine quantité de son pouvoir éclairant, par suite de la condensation partielle des vapeurs de l'hydrocarbure, opérée dans les tuyaux de distribution. On pourrait craindre, par suite du même fait, que le gaz ne présentât pas un égal état de saturation, et, par conséquent, le même pouvoir éclairant à des distances différentes de l'usine. Un fabricant, M. Lacarrière, s'est proposé d'opérer la saturation du gaz chez le consommateur même, au moyen d'un appareil placé à la suite du compteur.

Le petit appareil imaginé par M. Lacarrière, et qu'il

désigne sous le nom de *saturateur*, permet de mélanger avec certitude et simplicité les vapeurs de l'hydrocarbure liquide au gaz qui s'échappe du compteur.

L'hydrocarbure liquide employé pour rendre le gaz plus éclairant doit remplir plusieurs conditions pour être employé industriellement. Il doit présenter une certaine richesse en carbone et un certain degré de volatilité; il doit jouir d'une composition constante, afin que l'on puisse compter d'avance sur l'uniformité de son pouvoir éclairant; enfin, son prix doit être assez bas pour procurer au consommateur une économie qui compense les frais de l'achat de l'appareil, et fournisse encore un certain bénéfice qui en justifie l'emploi. Le mélange complexe d'hydrogènes carbonés, qui se vend dans le commerce sous le nom de *benzine Colas*, réunit une partie de ces conditions, et c'est à ce liquide que M. Lacarrière a donné la préférence pour son appareil.

D'après un rapport présenté par M. Lissajous à la Société d'encouragement, la benzine consommée dans l'appareil de M. Lacarrière, à la dose de 40 grammes environ par mètre cube de gaz, produit, pour la même dépense de gaz, une quantité de lumière égale à environ 170 pour 100 de la lumière fournie par le gaz seul. Le gaz brûlé à l'air libre, dans un bec à flamme plate, présente une lumière plus dense en quelque sorte que celle du gaz seul, et un peu plus jaune, sans trace de fumée et sans mauvaise odeur. Avec le bec circulaire muni d'une cheminée, l'avantage est moindre si l'on donne à la flamme une hauteur un peu plus grande que la hauteur moyenne à laquelle doivent monter les flammes du bec à gaz ordinaire. Mais si l'on réduit la flamme du bec à benzine à la dimension qui donne la plus belle lumière, alors il reprend la même supériorité sur le bec de gaz ordinaire de même dépense.

Nous ne pouvons manquer de faire remarquer pourtant que le prix élevé de la benzine, qui se vend aujourd'hui

dans le commerce 2 francs 70 centimes le kilogramme, sera un obstacle à la réalisation des vues économiques de l'inventeur. Il faudrait que le prix de la benzine s'abaissât jusqu'à 1 franc le kilogramme, pour donner sur l'emploi du gaz une économie de 50 pour 100. Cet appareil ne serait donc réellement très-utile que si l'on parvenait à abaisser notablement, par suite de débouchés considérables, le prix de la benzine, ou s'il était possible de la remplacer par un hydrocarbure liquide, que l'on pût obtenir à plus bas prix et en quantité suffisante.

16

Cornues tournantes pour la préparation du gaz de l'éclairage.

Le gaz de l'éclairage s'obtient, comme on le sait, par la distillation de la houille dans des cornues de fonte ou de terre. Un ingénieur, M. Tison (un bon nom de chauffeur), propose de faire usage de deux foyers, et de faire tourner la cornue pendant la distillation, de telle sorte qu'elle présente successivement ses différentes parties à l'action du feu, à peu près comme un rôti mis à la broche. D'après M. Tison, la cornue tournante permet d'obtenir une distillation parfaite du charbon, le mouvement rotatoire prévenant la formation du goudron et des autres produits empyreumatiques, qui sont inévitables dans le système ordinaire. Le rendement deviendrait ainsi plus considérable d'environ un quart.

La cornue tournante paraît d'ailleurs durer plus que la cornue fixe, que le coup de feu frappe toujours à la même place, tandis que, pour la première, il se partage sur toute sa périphérie. Elle présente encore cet avantage, qu'étant placée sur les coussinets, on peut, en cas de réparations ou de changements, la déplacer sans toucher à la maçonnerie.

17

Le canon Montigny.

Un ouvrier belge, nommé Montigny, a construit un canon de forme nouvelle qui se charge par la culasse et s'ouvre à volonté, latéralement ou perpendiculairement. Un seul homme peut le charger, le pointer et le tirer, et cela avec beaucoup plus de justesse qu'un canon ordinaire. On assure que la portée de ce nouveau canon est considérable; qu'il permet d'économiser près de la moitié de la charge de poudre, et qu'il n'a besoin d'être nettoyé qu'après avoir tiré une centaine de coups.

La découverte de cette nouvelle bouche à feu remonte à quelques années. En Angleterre, pendant le siége de Sébastopol, le gouvernement fit procéder à une enquête sur le meilleur système de bouches à feu. Le canon de M. Montigny ayant été signalé à la commission, cet habile ouvrier fut invité à faire parvenir à Londres une pièce construite d'après son système. Comme la guerre d'Orient était alors dans toute son activité, le gouvernement belge, par suite de la neutralité politique que les traités lui imposent, ne crut pas devoir permettre que la pièce fût coulée à la fonderie de Liége. Pour exécuter son œuvre, M. Montigny dut s'adresser à une fonderie particulière de Bruxelles, qui ne termina ce travail qu'après de grandes difficultés vaincues.

Le comte de Flandres, le ministre de la guerre et les principales notabilités militaires du pays, ont admiré l'œuvre du modeste et habile armurier de Bruxelles.

La France a produit les canons à la Paixhans, l'Angleterre les *Lancastres*, qui ont fait leurs preuves dans la guerre de Crimée; la Belgique, à son tour, aura donc inventé son moyen de destruction.

18

La balle foudroyante.

Le public a été plusieurs fois entretenu de la *balle foudroyante* de M. Devisme, proposée pour la chasse des animaux dangereux ou de grande taille. Des expériences faites sur des chevaux, le 12 mars et le 1er juin 1857, ont montré que ces balles éclatent dans le corps des animaux en y occasionnant de tels ravages que la mort est presque instantanée. Encouragé par ces résultats, M. Devisme a songé à appliquer ce nouveau projectile à la pêche de la baleine, et il est évident que si le succès couronnait cette tentative, on produirait une véritable révolution dans la manière de conquérir ce précieux et terrible cétacé. On a fait au Havre des essais avec un gâteau de suif placé à l'orifice d'une caisse de deux mètres de profondeur et contenant quatre sacs de paille humide. On a tiré sur ce but à une portée moyenne, et le projectile a éclaté à l'intérieur de la caisse en pénétrant dans le deuxième sac et y mettant le feu. Mais cet essai est trop grossier pour que l'on en tire quelque conséquence sérieuse relativement à l'emploi de ces projectiles dans l'attaque de la baleine. Il n'y a qu'une seule manière de résoudre cette question, c'est de s'embarquer à bord d'un navire baleinier et d'aller faire l'essai du nouvel agent de destruction face à face avec l'ennemi qu'il s'agit de frapper.

En attendant que cet essai puisse être tenté, donnons une idée du projectile explosif employé par l'arquebusier parisien. La *balle foudroyante* proposée par M. Devisme pour la chasse de ces animaux dangereux qu'il faut tuer net du premier coup, tels que les lions, les tigres ou les éléphants, n'est autre chose qu'une sorte d'obus, réduit à des dimensions assez petites pour pouvoir être lancé par une cara-

bine rayée ordinaire. Cette balle renferme à l'intérieur une certaine quantité de poudre qui peut s'enflammer par la percussion exercée sur une capsule fulminante contenue dans son intérieur, et qui détermine l'explosion du projectile dès que le but a été frappé.

La balle foudroyante de M. Devisme est de forme cylindrique et longue de 8 centimètres; elle est formée d'un tube en cuivre, recouvert à sa base d'une couche de plomb sur une longueur d'environ 2 centimètres; sur cette couche de plomb se trouve un relief; les parties saillantes s'adaptent juste dans les cannelures de la rayure du canon de la carabine, dont le calibre est le même que celui des carabines de Vincennes. La partie supérieure de cette balle est un cône en cuivre se vissant dans le tube de la balle. Ce cône est armé d'un piston, à l'extrémité inférieure duquel se trouve placée une capsule ordinaire, laquelle vient s'appuyer sur une traverse en acier, qui détermine la percussion par le refoulement du piston en contact avec le corps qu'il rencontre dans la course du projectile. Cette balle contient six grammes de poudre.

Sans vouloir déprécier les travaux de M. Devisme sur ce sujet, nous nous permettrons de rappeler que ces petits obus, destinés à être lancés par des carabines, sont connus depuis longtemps. Plusieurs armuriers en ont, à différents intervalles, construit divers modèles. L'artillerie française et étrangère a même fait usage de projectiles tout semblables. Ils étaient destinés à être dirigés contre les caissons de l'artillerie ennemie; éclatant au milieu d'un caisson plein de poudre, le petit obus devait y mettre le feu. Ces essais ont été poursuivis à diverses reprises dans notre artillerie, et ils remontent à une époque déjà éloignée, puisque, dans l'expédition d'Alger, l'armée française était munie d'une certaine quantité de ces projectiles explosibles destinés à enflammer à distance les caissons de poudre de l'artillerie ennemie. Nous devons dire, toutefois, que l'ex-

périence n'a pas répondu à l'espoir que l'on avait conçu de l'emploi de ces projectiles incendiaires. On s'était surtout préoccupé de rendre active et certaine leur puissance de conflagration. Or, ce but ne fut jamais bien atteint, car le projectile était trop exposé à éclater sur des objets difficilement inflammables. Cette circonstance a fait renoncer dans les armées à l'emploi des balles foudroyantes. M. Devisme a eu une excellente inspiration en laissant de côté l'emploi de la balle explosive comme moyen incendiaire, et en se bornant à lui demander ce qu'elle peut évidemment fournir avec certitude, c'est-à-dire une puissance de destruction.

Il est donc à désirer que l'on se transporte sans retard dans les parages baleiniers pour y essayer un moyen dont la théorie fait espérer de bons résultats, et qui diminuerait considérablement les dangers qui se rattachent à une pêche d'une grande importance commerciale. Là sera en effet le véritable avantage et le réel avenir de la balle foudroyante; quant à son usage contre le lion ou le tigre dans les déserts, ce ne sera jamais qu'une rare et assez insignifiante application, en supposant même que ce projectile soit réellement applicable à cette chasse, ce qui ne nous paraît point établi.

XV

VOYAGES SCIENTIFIQUES.

I

Voyage du prince Napoléon au nord de l'Europe. — Les races humaines — Les oiseaux et les œufs d'oiseaux. — Les mammifères, les mollusques, les crustacés et les zoophytes. — Importance et rôle de la photographie dans cette exploration scientifique. — Partie minéralogique du voyage. — Livres et manuscrits.

Pendant l'été de l'année 1856, un voyage scientifique d'une grande importance a été entrepris dans les mers du Nord ar le prince Napoléon, avec deux frégates à vapeur de l'État.

Partie du Havre le 14 juin, l'expédition maritime du prince Napoléon toucha successivement à l'Écosse et à l'Islande. Arrêtés par la formation des glaces dans leur marche vers le Spitzberg et le cap Nord, la *Reine-Hortense* et le *Cocyte* durent abandonner leur direction primitive, pour se porter à l'ouest vers le Groënland, où l'on fit une station. On passa de là aux îles Shetland et à la Norvége. Après une courte station en Suède, les deux navires, côtoyant le Danemark, rentrèrent, par la mer du Nord et la Manche, dans le port du Havre.

On voit que, de tous les pays visités par l'expédition, deux seulement, l'Islande et le Groënland, présentent de l'intérêt au point de vue scientifique, car ils n'ont été l'objet que de bien rares excursions entreprises dans ce but particulier. C'est donc uniquement des objets d'histoire natu-

relle recueillis en Islande et dans le pays des Esquimaux que nous aurons à nous occuper ici.

Mammifères.

La collection des mammifères rapportée par le prince Napoléon, de son voyage dans les mers du nord de l'Europe, ne concerne que des types déjà connus des naturalistes : nous n'en donnerons qu'un aperçu rapide.

La science des races humaines est celle qui doit évidemment tirer le plus de fruits de l'étude de ces échantillons. Sept à huit crânes d'Esquimaux appartenant à une époque reculée ou moderne, un squelette presque entier, sauf les pieds et les mains, appartenant à la même race, des moulages d'hommes et de femmes, admirablement réussis par M. Stahl, un grand nombre de photographies d'hommes, de femmes et d'enfants prises en Islande et dans le Groënland; tel est l'ensemble de la collection ethnologique rapportée par le prince Napoléon ; elle figure aujourd'hui dans les galeries du Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Après les divers échantillons de types qui appartiennent aux races humaines, on remarqua encore dans cette collection divers produits appartenant aux mammifères et dont plusieurs offrent un grand intérêt. Citons en particulier des fœtus de baleine conservés dans l'alcool recueillis dans la mer du Nord ; des fœtus de phoque, de morse et de dauphin. On a pris aussi des moulages, très-bien exécutés, des mêmes fœtus de baleine et de phoque, qui ont enrichi les collections de notre Muséum, absolument dépourvu jusqu'ici de tout échantillon de cette espèce à l'époque embryonnaire. Citons enfin un castor de grande taille, animal extrêmement rare en Norvége, car il est, comme on le sait, à peu près confiné aujourd'hui dans certaines parties de l'Amérique septentrionale. Ce castor a été tué par le prince Napoléon aux environs d'Arendel, où on en conserve un très-

petit nombre comme objet de curiosité zoologique. Si nous joignons à cette liste quelques débris d'ossements fossiles, nous aurons à peu près épuisé la liste des échantillons appartenant à la classe des mammifères.

Oiseaux.

La partie septentrionale de l'Europe que devait parcourir l'expédition maritime est éminemment riche en oiseaux, et surtout en oiseaux aquatiques ; elle est, à juste titre, renommée sous ce rapport. Bien au courant de cette circonstance, les naturalistes qui faisaient partie du voyage s'étaient pourvus d'avance de tout ce qui était nécessaire pour rapporter de ce pays la plus abondante et la plus fructueuse récolte. Avant le départ, diverses instructions relatives à cet objet, plusieurs dessins d'oiseaux et d'œufs particuliers à ces climats, avaient été remis à M. de Saulcy, le naturaliste en chef de l'expédition, par feu le prince Charles Bonaparte, par M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, par M. Moquin-Tandon. Ces utiles précautions expliquent l'abondance et la curieuse composition de la collection ornithologique qui a été recueillie par nos voyageurs. Dans certaines expéditions antérieurement exécutées dans les mêmes contrées, on avait rapporté une aussi grande quantité d'oiseaux, mais on n'avait jamais récolté une aussi riche collection d'œufs.

Les nombreux oiseaux recueillis en Islande et au Groënland présentent tous un certain degré, plus ou moins grand, d'intérêt scientifique. Ils ne renferment, à la vérité, aucune espèce nouvelle ; mais ils appartiennent en général à des espèces assez rares, et dont plusieurs manquaient au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Nous croyons utile de donner ici le relevé complet de ces espèces qui ont été étudiées et déterminées par le prince Charles-Lucien Bonaparte, l'un des plus grands ornithologistes de l'Europe, mort à Paris en 1857.

Voici donc l'énumération de ces oiseaux, d'après le classement et la détermination qui en ont été faits par le prince Charles-Lucien Bonaparte. Dans ce catalogue, nous distinguerons les espèces appartenant au Groënland et celles qui proviennent de l'Islande.

GROENLAND.

SOUS-CLASSE I. — SILITES.

Ordre 2. — *Rapaces.*

1. **Pygargue orfraye (haliotus albicilla).**
2. **Faucon pèlerin des canards (falco communis anatum).**
3. **Gerfault du Groënland (hierofalco caudicans).**
4. **Harfang de neige (nyctea nivea).**

Ordre 3. — *Passereaux.*

5. **Bruant montain (centrophanes lapponica).**
6. **Bruant de neige (plectrophanes nivalis).**
7. **Sizerin boréal (acanthis canescens).**
8. **Sizerin du Groënland (acanthis groenlandica).**
9. **Gobe-mouche vert du Nord (tyrannula pusilla). Espèce très-rare qui manque au Muséum, et qui est souvent confondue avec la commune *tyrannula virens*, ou avec la *tyrannula minuta*, encore plus rare.**

Ordre 7. — *Pélagiens.*

10. **Fou de Bassan (sula bassana).**
11. **Cormoran ordinaire à gros bec (phalacrocorax carboc, macrorhyncus).**
12. **Petrel fulmar (fulmarus glacialis a, minor).**
13. **Stercoraire parasite (lestris parasiticus).**
14. **Goëland leucoptère (leucus leucopterus).**
15. **Goëland marin (dominicanus marinus).**
16. **Mouette blanche (pagophila eburnea).**
17. **Macareux moine (mormon arctica).**
18. **Guillemot à capuchon (uria troile).**
19. **Guillemot Grylle (cephus grylle).**
20. **Mergule alle (mergulus alle).**
21. **Mergule nain (mergulus minor).**
22. **Plongeon imbrim (colymbus glacialis).**

SOUS-CLASSE II. — AUTOPHAGES.

Ordre 9. — *Gallinacés.*

23. **Lagopède de Reinhardt (lagopus reinhardti).**

Ordre 10. — *Echassiers.*

24. Pluvier doré d'Amérique (pluvialis virginicus)
25. Pluvier (grand) à collier (charadrius hiaticula).
26. Phalarope hyperboréenne (lobipes hyperboreus)
27. Bécasseau noirâtre (tringa maritima).
28. Courlis noir-bec (numenius melanorynchus). Espèce très-intéressante.

Ordre 11. — *Palmipèdes.*

29. Bernache cravant (bernicla brenta).
30. Canrad pilet américain (dafila acuta, americana).
31. Sarcelle de la Caroline (querquedula carolinensis).
32. Eider à édredon (somateria mollissima).
33. Eider à tête grise (somateria spectabilis).
34. Garrot de Barrow (clangula barrow).
35. Histrion à collier (histrionicus torquatus).
36. Canard de Miclon (harelda glacialis).
37. Harle huppé (mergus serrator)

ISLANDE.

Ordre 2. — *Rapaces.*

1. Gerfault d'Islande (hierofalco islandicus).

Ordre 3. — *Passereaux.*

2. Corbeau (corvus corax).

Ordre 7. — *Pélagiens.*

3. Mouette à trois doigts (rissa tridactyla).
4. Hirondelle de mer arctique (sterna hirundo).
5. Plongeon imbrim (colymbus glacialis).
6. Grèbe arctique (podiceps auritus).

Ordre 10. — *Echassiers.*

7. Pluvier doré d'Europe (pluvialis apricarius).
8. Tournepierre à collier (strepsilas interpres).

9. Courlis noir-bec (numenius melanorhynchus).
10. Poule d'eau aux pieds verts (gallinula chloropus).

Ordre 11. — *Palmipèdes.*

11. Cygne sauvage (chanteur) (cygnus musicus).
12. Eider à édredon (somateria mollissima).
13. Morillon milouinan (marila crenata, americana).
14. Histrion à collier (histrionicus torquatus).

Nous passons à l'examen de la belle collection d'œufs rapportés par le prince Napoléon.

Bon nombre de personnes s'imaginent que les œufs de tous les oiseaux ont la forme et la blancheur de ceux des poules. Elles ouvrent de grands yeux lorsqu'un savant ou un chasseur ose leur dire que tous les œufs ne sont pas *ovoïdes* et que beaucoup sont colorés ! Cependant, certains oiseaux pondent des œufs ronds comme des boules ou allongés comme des dattes, ou pointus comme des toupies. Ceux du rossignol paraissent couleur de bronze, ceux des saxicoles bleu de ciel, ceux des perdrix grises café au lait, et ceux des plongeons couleur chocolat. Sur la teinte du fond de beaucoup d'autres œufs, et qui est tantôt pâle, tantôt foncée, on aperçoit souvent de très-légers points, de larges taches, des nuages onduleux, ou des zigzags entrelacés, qui leur donnent l'aspect le plus curieux et le plus bizarre.

Jusqu'ici, l'oologie des oiseaux a été extrêmement négligée des naturalistes. Comme l'application directe ou immédiate de cette longue et patiente étude ne ressortait point d'elle-même, elle a été jusqu'à ces derniers temps singulièrement délaissée, et le nombre est bien petit des naturalistes dont on pourrait invoquer à ce propos les noms ou les recherches. Cependant, depuis quelques années, les ornithologistes commencent à tourner leur attention vers cette partie si curieuse de leur science. Les premiers ouvrages de Zinnani, de Klein et de Grave ont été suivis d'abord de ceux de Naumann, de Schinz, de Hewiton, et

tout récemment de ceux de Thienemann, de Berge et de Badeker. Ces ouvrages, qui, pour la plupart, sont encore ignorés, nous n'hésitons pas à le dire, de la plupart de nos naturalistes, renferment presque tout ce que l'on connaît aujourd'hui sur cette branche encore si peu explorée, des sciences naturelles.

Les îles Féroë, l'Islande et le Groënland, si riches en oiseaux aquatiques, devaient offrir une moisson abondante aux amateurs de l'oologie. Les naturalistes de l'expédition du prince Napoléon ont été favorisés par cette circonstance, heureuse entre toutes à ce point de vue, que le voyage s'est effectué pendant la saison même des pontes des oiseaux de ces contrées. On a mis à profit avec empressement cette coïncidence, et l'on peut dire que la collection oologique est, sans aucun doute, la plus importante et la plus riche de toutes celles que l'expédition ait recueillies.

Nous allons donner une rapide description de ces œufs très-variés dans leur volume, dans leur forme et dans leur couleur; ils ont été étudiés et déterminés par M. Moquin-Tandon, auteur de l'*Ornithologie canarienne*, un des naturalistes français qui se sont occupés avec le plus d'ardeur et de succès de cette branche intéressante de l'ornithologie. M. Moquin-Tandon possède une collection oologique des plus importantes et des plus riches qui aient été formées en Europe.

Parmi les œufs qui figurent dans la collection rapportée par le prince Napoléon, les plus communs sont ceux des corbeaux, des bécasseaux, des pluviers, des goëlands, des hirondelles de mer, des labbes, des pétrels et d'un assez grand nombre de canards. Parmi les espèces rares, nous avons remarqué ceux du *pygargue orfraye*, du *bruant* ou *ortolan de neige*, du *bruant lapon* ou *montain*, du *harle huppé*, de *l'eider* ou *canard à tête grise*, du *petit pétrel* et de deux espèces de *plongeons*. Parmi les espèces inédites,

nous signalerons ceux du *faucon pèlerin des canards* (*falco communis anatum*, Bonaparte), du *courlis à bec noir* (*numenius melanorhynchus*, Bonaparte), du *canard garrot de Barrow* (*clangula barrowii*, Bonaparte), du *canard milouinan nain* (*marila minor*, Bonaparte), d'une *sarcelle* regardée, avec doute, comme le *querquedula carolinensis*, et d'une poule d'eau voisine du *gallinula chloropus*, dont on serait tenté de faire une espèce nouvelle, mais qui n'est probablement qu'une variété de cette dernière.

Il est facile de reconnaître, dans cette belle collection, que les œufs dominants sont ceux des oiseaux palmés; viennent ensuite ceux des échassiers. Les œufs des passereaux et des oiseaux de proie n'y sont représentés que par cinq ou six espèces. Il ne s'y trouve qu'un seul gallinacé, probablement celui du *tetrao islandorum*, Faber, ou du *lagopus reinhardti*.

Dans l'exhibition qui fut faite en 1857 au Palais-Royal par le prince Napoléon des objets rapportés de son voyage, on avait eu le soin de séparer ces différents œufs en trois groupes. On avait placé séparément ceux des îles Féroë, ceux d'Islande et ceux du Groënland. Chacune de ces collections particulières était arrangée systématiquement. Ceux des *rapaces* se trouvaient les premiers, et ceux des *palmipèdes* les derniers. La disposition de ces diverses espèces d'œufs, grandes ou petites, blanches ou colorées, unicolores ou tachetées, produisait le plus joli effet. C'est ainsi que les œufs des canards et des sarcelles d'une teinte claire, peu variée et sans taches, se faisaient remarquer par leur uniformité, à côté de ceux des goëlands et des hirondelles de mer, qui sont, au contraire, maculés, marbrés et panachés de toutes sortes de manières. Nous avons distingué, entre autres, l'œuf du *somateria spectabilis*, Bonaparte (*anas spectabilis*, Linné), dont la robe, polie et comme lustrée, paraît d'un vert olivâtre très-pâle, tirant un peu sur le bleu azuré. Il y avait aussi deux œufs de *fou de Bassan*,

à surface mate et comme crétacée. Mais le plus bizarre, nous allions dire le plus joli de toute la collection, c'était, sans contredit celui de l'*uria ringwia*, Brünnich (*uria lacrymans*). C'est un œuf énorme, à peu près du volume de celui d'une oie ordinaire, piriforme, couleur de nankin clair, avec des taches rousses et des traits bruns plus foncés vers le gros bout. Ces traits sont sinueux ou en zigzag, et produisent le plus curieux effet.

Mollusques, crustacés et zoophytes.

En ce qui concerne les mollusques, crustacés et zoophytes, nous ne pourrons guère indiquer qu'un mollusque céphalopode propre au Groënland, et un crustacé d'assez grande taille, du même pays, qui constituent deux espèces fort rares. Signalons enfin quelques zoophytes qui ne se trouvent point dans les galeries du Muséum de Paris.

Reproductions photographiques.

Nous ne terminerons pas la description des collections scientifiques rapportées par le prince Napoléon sans faire remarquer le rôle important qu'a joué la photographie dans cette excursion maritime. C'est la première fois que la photographie, devenue un instrument de plus à l'usage des sciences naturelles, a été mise à profit dans un voyage d'exploration, et les résultats de cette première tentative sont tels qu'il est permis d'affirmer qu'à l'avenir aucun voyageur naturaliste ne pourra se priver du secours de ce nouvel et puissant auxiliaire. Jusqu'ici les voyageurs n'avaient eu à leur disposition pour recueillir les types d'objets d'histoire naturelle destinés à être conservés, que le dessin et le moulage au plâtre. Dumont-d'Urville, dans son voyage autour du monde, et, plus tard, le comte de Castelnau, dans son exploration de l'Amérique centrale, avaient, dans leur cortége, des dessinateurs et des mouleurs. On a vu pour la première fois, dans le

voyage du prince Napoléon, la photographie se joindre à ces deux éléments de reproduction. Cet exemple est précieux en ce qu'il montre tous les secours que l'on pourra retirer, dans l'avenir, de l'emploi du même moyen. Lorsqu'on considère que toute photographie ne peut être obtenue que pendant le séjour d'un bâtiment dans un mouillage, et que, dans cette course de quatre mois de l'expédition maritime, on a parcouru près de quatre mille lieues, c'est-à-dire à peu près cinquante lieues par jour, on demeure frappé de ce qu'un long voyage donnerait de résultats, puisque quatre-vingt-deux vues photographiques ont été le produit de cette tentative faite en courant.

M. Louis Rousseau, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle de Paris, déjà connu par ses belles applications de la photographie à la gravure, était attaché comme photographe à l'expédition du prince : les résultats qu'il a obtenus font le plus grand honneur à ses talents.

Les photographies de M. Louis Rousseau ont été produites dans des conditions si défavorables de température et de lumière qu'elles doivent être considérées plutôt comme des renseignements utiles que comme des tableaux achevés. Ce sont des ébauches, mais elles suffisent à faire voir toute l'utilité, tous les avantages que l'on retirera bientôt de la photographie dans des conditions meilleures. En effet, les relâches, toujours si courtes relativement aux nombreux travaux à exécuter, n'ont jamais permis à M. Rousseau de recommencer une seule épreuve. En outre, la lumière est si changeante et souvent si pauvre dans ces contrées, qu'il est même bien surprenant que l'on ait obtenu les effets de vigueur et de délicatesse que l'on remarque dans certains portraits et dans certaines vues.

C'est toujours avec le collodion, sensibilisé soit avant le départ, soit sur les lieux, que M. Rousseau a opéré.

Le premier point où l'on ait exécuté sérieusement des

travaux photographiques est l'Islande. Dans ce pays, M. Rousseau a pris une vue de Reikiavik, capitale de l'Islande. On a pris en même temps des vues d'habitations, de navires au mouillage, des pêcheurs islandais en pied, et des portraits d'hommes et de femmes de différents âges.

C'est pendant le mois de juillet que nos voyageurs se trouvaient en Islande. A cette époque, la nuit n'existe pas pour ces climats; aussi a-t-on essayé de photographier à toute heure. M. Rousseau a obtenu l'un de ces portraits (l'évêque d'Islande) à huit heures du soir, sur le pont de la *Reine Hortense;* on reconnaît, en examinant cette épreuve, quelle intensité la lumière conservait encore à cette heure avancée. On fit même un essai de ce genre à onze heures du soir, au moment où le soleil se couchait. Un résultat fut obtenu, car la plaque sensible fut manifestement impressionnée.

Dans le Groënland, point le plus avancé vers le Nord où l'expédition ait pénétré, la photographie a permis d'obtenir plusieurs portraits d'Esquimaux, hommes, femmes et enfants de tous les âges. Ces derniers portraits ont une véritable importance au point de vue des études ethnographiques.

Les diverses vues d'habitations, de villes, etc., prises en Norvége et en Suède à une époque déjà avancée de l'année, c'est-à-dire au mois de septembre, font comprendre ce que la photographie permettra d'obtenir dans des circonstances analogues, quand on opèrera dans une saison plus propice.

Collections de minéralogie.

La collection des minéraux a été recueillie sur les lieux par les soins d'un de nos géologues les plus distingués, M. de Chancourtois, professeur à l'École des mines, et de M. Ferri-Pisani. M. Lehelloco, lieutenant de vaisseau, de l'état-major de la *Reine Hortense* a secondé ces deux savants dans leurs travaux. Les échantillons recueillis sont nombreux et

variés ; ils permettront d'éclairer beaucoup de points restés obscurs de l'histoire minéralogique et géologique de ces contrées.

Conformément au mode de distribution adopté par M. de Chancourtois pour l'exposition qui fut faite au Palais-Royal du petit musée minéralogique de l'expédition du prince Napoléon, nous examinerons successivement les minéraux et minerais qui proviennent : 1° de l'Islande ; 2° du Groënland ; 3° de la Norvége et de la Suède. L'Angleterre, l'Écosse, les îles Féroë, les îles Shetland ont également fourni leur contingent pour enrichir la collection qui nous occupe ; mais l'importance comparativement beaucoup moins grande des minéraux de cette dernière provenance nous permet de les omettre dans cette revue.

Islande.

Tout le monde connaît le phénomène géologique si remarquable des *geysers*, que l'on observe au nord de Skalholt, ancienne capitale de l'Islande. On sait qu'il consiste en des jets d'eau bouillante intermittents qui s'élancent du sol jusqu'à une hauteur de 50 mètres. La température de ces sources thermales s'élève à 85 degrés en moyenne à l'orifice, et dépasse de beaucoup 100 degrés dans la profondeur ; par le refroidissement, leurs eaux abandonnent des dépôts très-abondants de silice pure, qui s y trouve en dissolution, grâce à l'extrême élévation de la température. Les minéralogistes de l'expédition du prince Napoléon ne pouvaient manquer de recueillir tous les dépôts, de différente nature, qui permettent d'étudier le curieux phénomène des geysers. Aussi, les échantillons de ce genre figurent-ils en assez grand nombre dans une première série de roches et de minéraux qui représente l'excursion faite par le prince de la ville de Reykiavik aux geysers. A côté des concrétions déposées par les eaux des sources jaillissantes, figurent d'autres concrétions de même

nature et de texture variée, produites par les sources bouillantes qui ont évidemment la même origine que les geysers, mais qui débordent continuellement et sans projection. Des tufs siliceux provenant d'anciennes sources aujourd'hui taries, et qui contiennent des empreintes végétales, notamment des tiges de bouleau pétrifiées; des argiles imprégnées de matières vitrioliques par les *soffioni* boueux qui entourent les geysers; de la silice gélatineuse, recueillie dans un des canaux de dérivation; enfin, des échantillons des eaux thermales, complètent les matériaux à l'aide desquels on pourra aisément faire l'histoire et la théorie chimique du phénomène geysérien.

Dans la collection de l'Islande, une seconde série représente l'excursion qui a été faite de Reykiavik aux soufrières de Krisuvick. Cette série commence par quelques spécimens des coulées de lave d'Hafnarfjord et des tufs volcaniques qui forment les contre-forts que l'on franchit pour arriver à Krisuvick. Les produits des sources sulfureuses qui terminent cette série comprennent, outre les géodes de soufre concrétionné et cristallisé qui se forment à l'orifice des fumarolles, les dépôts argileux, siliceux, gypseux et vitrioliques, résultant de l'altération des roches phonolithiques par les eaux et les vapeurs acides; on voit, enfin, un échantillon de ces eaux qui surgissent de plusieurs fumarolles comme de petits geysers, et qui impriment aux soufrières de Krisuvick un caractère tout spécial. Il a été question pendant quelque temps de tirer parti de ces soufrières, mais le gisement n'a pas paru assez important pour donner lieu à une exploitation fructueuse.

Le terrain de trapps du *fiord d'Onondar*, où l'on relâcha au retour du voyage de Jean Mayen, a fourni un groupe d'échantillons intéressants pour l'étude de la structure porphyroïde et amygdaloïde des roches trappéennes et de leur imprégnation zéolithique. La chabasie rhomboédrique et

maclée paraît dominer presque exclusivement dans cette localité.

Dans le Dyrafiord, contigu au précédent, on a recueilli une autre suite d'échantillons du même terrain, qui se distinguent par une apparence tout à fait basaltique, et la présence de l'analcime et des différentes variétés du mésotype. Certains échantillons imprégnés d'analcime rappellent, d'une manière frappante, la roche des îles Cyclopes. On peut remarquer aussi de belles géodes de scolezite bacillaire.

Ces deux groupes d'échantillons, représentant la formation trappéenne qui occupe la partie nord-ouest de l'Islande, offrent un contraste marqué avec les deux premières séries recueillies dans la zone des volcans proprement dits, qui traverse l'île parallèlement à une ligne oblique tirée du cap Rey Kianes au cap Langanes, et qui est nettement caractérisée, non-seulement par les laves, mais aussi par les produits des geysers et des fumarolles sulfureuses, indices évidents de la permanence de l'activité volcanique.

Une collection de roches et de minéraux offerts au prince Napoléon par le docteur Hyaltelin, de Reykiavik, comprend des échantillons de différentes localités de l'Islande. On y remarque des types de roches palagonitiques, des jaspes avec veinules métalliques, des morceaux de spath calcaire, des plaques de lignite et des mottes de tourbe fibreuse qui, dans le pays, est appliquée en guise de feutre sous les bâts des chevaux de charge.

Groënland.

Nous passerons rapidement sur la partie de la collection minéralogique qui se rapporte aux stations faites dans le Groënland, et qui doit servir de base pour l'étude approfondie des terrains de gneiss et de schistes que l'on rencontre dans les districts de Godthaab, de Fiskernaes et de Frederikshaab. Disons seulement que ces terrains sont

traversés par des roches éruptives parmi lesquelles on remarque surtout des trapps et des roches granitiques riches en minéraux rares, et que, entre autres échantillons précieux, on a recueilli, à Frederikshaab, divers blocs d'allanite, qui fourniront la matière première de recherches chimiques à exécuter sur le cérium, métal encore à peu près inconnu. On a recueilli également, à Frederikshaab, des blocs de la serpentine avec laquelle les Esquimaux fabriquent leurs marmites et leurs lampes.

Le gîte métallifère d'Évigtok, dans le *fiord* d'Arksuk, dont l'étude a été l'objet de la dernière station de *la Reine-Hortense* dans ces parages, est représenté, dans la collection que nous passons en revue, par une série d'échantillons du plus haut intérêt. On y remarque d'abord la kryolithe, minéral composé de fluorure de sodium et d'aluminium, qu'on n'a retrouvé jusqu'ici que dans une seule localité de l'Ural, et qui forme, à Évigtok, un filon de 25 à 30 mètres de puissance, affleurant sur une longueur de 100 mètres environ. A la surface, la kryolithe est blanche, mais dans la profondeur, elle prend une teinte grise de plus en plus foncée. Les veines métallifères, qui bordent le filon de kryolithe en s'y fondant, contiennent du fer spathique, de la pyrite, de la pyrite cuivreuse, de la blende, de la galène argentifère et du quartz. Un puissant filon de quartz, qui limite à l'ouest la masse de kryolithe, est traversé par des veines stannifères bien caractérisées où l'on trouve, avec l'oxyde d'étain, du molybdène sulfuré, du mispickel, de la blende, de la chaux fluatée, du feldspath. Enfin, au contact de la kryolithe et du quartz, on rencontre tous les minéraux des deux séries intimement mélangés et accompagnés de tantalite ou colombite, dont plusieurs ont des dimensions exceptionnelles, et seront des dons de grande valeur pour nos musées minéralogiques, qui ne possèdent que de médiocres échantillons de cette espèce rare. Cette association extraordinaire des minéraux au mi-

lieu desquels on rencontre la colombite est d'ailleurs un fait très-important pour la théorie des gites métallifères, qui ressort d'une manière frappante de l'ensemble de la collection.

Le gîte d'Évigtok, exploré pour la première fois par Giesecke à la fin du XVIIIe siècle, a été, dans ces dernières années, l'objet d'une tentative d'exploitation métallurgique. Par un heureux hasard, au moment où le prince Napoléon débarquait à Frederiksaah, M. Taylor, ingénieur anglais fort distingué, qui avait dirigé ces travaux, y arrivait aussi pour reprendre ses recherches sur les gîtes métallifères du sud du Groënland. M. Taylor s'est mis à la disposition du prince pour guider l'expédition à Évigtok, et l'on doit à son concours éclairé une grande partie des bons résultats de cette station.

La série du gîte metallifère d'Évigtok est précédée d'une suite d'échantillons des syenites et des trapps qui traversent le gneiss dans les environs de cette localité. Les syenites sont remarquables par le développement de la cristallisation du feldspath et de l'amphibole.

Dans la collection que nous décrivons, on voit à la suite de la même série, des lingots de plomb et d'argent métalliques qui ont été extraits du minerai d'Évigtok, et de plus, un lingot d'aluminium obtenu à l'aide de la kryolithe dans l'usine de M. Laveyssière, à Rouen. La kryolithe, qui contient 13 pour 100 d'aluminium, et se prête immédiatement au traitement par le sodium, présente des facilités particulières pour l'extraction du nouveau métal dont l'industrie se préoccupe à si juste titre. Le prince a tenu à en rapporter une quantité suffisante pour des essais métallurgiques.

La collection du Groënland est complétée par des échantillons offerts à Son Altesse Impériale lors de son passage à Copenhague par le docteur Rinck, savant distingué, qui a résidé plusieurs années dans les colonies en qualité d'in-

specteur, et qui a déjà publié sur la région septentrionale des cartes et des descriptions du plus haut intérêt. Parmi ces échantillons, on peut citer la syenite de Kangerluarsuk-fiord, qui est composé de feldspath mêlé de sodalithe, d'arfvedsonite et d'eudyalite; de beaux minerais de cuivre du district de Gulianehaab; des variétés particulières de feldspath, de pyroxène, d'amphibole, etc., provenant des districts d'Égedesminde et de Christianshaab, où la cristallinité des roches paraît développée au plus haut degré; enfin, la série des terrains de trapps de l'île de Disko et des districts de Ritenbenk, d'Omenak et d'Upernivik, avec les combustibles fossiles subordonnés. Ces combustibles sont particulièrement remarquables par le métaphorisme des lignites, qui sont transformées tantôt en anthracite, tantôt en véritable graphite au contact des filons de trapp.

Norvége.

Les environs de Bergen et de Christiansand n'ont fourni que des séries peu remarquables des roches de gneiss amphibolique et de granite, qui forment la masse du terrain cristallisé. On a joint à ces séries des échantillons de divers minerais de cuivre exploités, et quelques minéraux de différentes localités.

Les minerais de fer oxydulé des environs d'Arendel, et les minéraux divers qui les accompagnent, forment une série dont quelques échantillons donnés par le professeur Esmark, fils du minéralogiste de ce nom, sont très-dignes de l'attention des savants. On peut citer, entre autres, un beau groupe de cristaux de péricline et d'épidote.

Le traitement des minerais de fer à l'usine de Nœs est représenté par la série des matières premières et des produits qui ont été recueillis pendant la visite de l'usine. La teneur des minerais varie de 35 à 70 pour 100. Le minerai ferrugineux est d'abord grillé, puis fondu dans un haut-

fourneau marchant au bois; la fonte blanche obtenue est affinée au petit foyer. La production principale de cette usine consiste en 1500 tonnes de fer en barres de qualité supérieure, qui sont achetées par les fabricants d'acier de Sheffield, au prix d'environ soixante francs le quintal métrique.

Dans la série qui représente l'excursion aux mines de Kongsberg, on remarque les beaux échantillons d'argent natif données au prince Napoléon par le prince Carl, vice-roi de Norvége. Le traitement métallurgique des minerais de Kongsberg est fort simple, en raison de la nature exceptionnelle du minerai. L'argent est dégagé des gangues pierreuses par un bocardage, puis concentré, par le lavage, en un schlich, qui est fondu dans de petits fourneaux à manche. Les mines de Kongsberg sont exploitées par le gouvernement, qui ménage l'extraction de manière à n'en tirer annuellement qu'un produit net de 1 200 000 francs.

La collection minéralogique de la Norvége est complétée par une série de minéraux appartenant à diverses localités. Ces minéraux, tous d'une grande valeur, ont été offerts par le célèbre professeur Mosander, de Stockholm, élève et successeur de Berzelius. Nous citerons particulièrement la thorite, l'orangite (variété de thorite), la wholerite, la polymignite, la polycrase, le malakone, l'orthite (ou allanite), le pyrochlore, la leucophane, la melinophane, la mosandrite et le phosphate d'yttria.

Suède.

Sur le parcours du canal de Gothie, on a pris les principaux types des gneiss de cette partie de la Suède. A Kinnekulle, on a recueilli une série d'échantillons des terrains siluriens, dans lesquels on remarque les schistes à tribolites et le calcaire à orthocères.

Tout le monde connaît l'importance de la fabrication du fer en Suède. Le visiteur remarque dans la collection mi-

néralogique qui nous occupe, une série d'échantillons disposés en ordre méthodique, et qui sont destinés à représenter les produits de la fabrication de la fonte et du fer à l'usine d'Aker. Cette collection métallurgique a été offerte par le baron Warendorff après la visite de l'usine qui lui appartient. On y remarque la fonte truitée à structure globuleuse, d'une qualité excellente pour la fabrication des canons.

Les fameuses mines de Danemora et l'usine d'Osterby, où l'on fabrique du fer à acier de qualité supérieure, sont représentées, dans cette collection, par une série de minerais de fer et des minéraux qui leur sont associés, et par les différents produits de leur traitement. Les mines de Danemora produisent environ 160 000 quintaux métriques de minerai. Les forges que ce minerai alimente donnent environ 48 000 quintaux métriques de fer; l'usine d'Osterby en produit, à elle seule, 5400. Le minerai y est grillé avec les gaz qui sortent du haut fourneau; la fonte est affinée par la méthode wallone. Le fer de Danemora se vend, en moyenne, 40 francs le quintal métrique, mais les qualités supérieures dépassent le prix de 80 francs.

Quelques échantillons de calcaire silurien de Gothland et des yttrotantalites d'Ytterby, offerts par le professeur Mosander, terminent la collection minéralogique, à laquelle il faut rattacher les belles colonnes de porphyre d'Elfsdalen, que le public a admirées, et qui ont été données par le roi de Suède au prince Napoléon.

Livres et manuscrits.

Nous terminerons la description des produits destinés à conserver le souvenir du voyage du prince Napoléon dans les mers du Nord, en jetant un coup d'œil sur une partie extrêmement curieuse de cette collection, c'est-à-dire sur les livres et manuscrits rapportés de l'Islande et du Groënland. Pour compléter ses collections et représenter exacte-

ment l'état des divers peuples qu'il a visités, le prince a voulu recueillir tout ce qu'il a pu trouver, dans ces différents pays, en ouvrages imprimés ou manuscrits, en gravures, lithographies, albums, cartes géographiques, planches de toutes sortes représentant des costumes historiques, des scènes de mœurs, des plans et détails d'architecture, etc. Cet ensemble constitue l'iconographie la plus complète que l'on puisse désirer pour l'exacte et minutieuse connaissance de ces contrées.

Nous ne nous étendrons pas ici sur la description des gravures ou images recueillies par le prince Napoléon. Mais nous ne saurions passer aussi rapidement sur les livres ou manuscrits dont la signification a pour nous plus d'importance. Nous allons donner un court relevé des principaux ouvrages imprimés ou manuscrits qui composent cette collection, et nous parcourrons successivement les produits de ce genre fournis : 1° par l'Islande ; 2° par le Groënland ; 3° par la Norvége et la Suède.

Islande.

Si éloignée qu'elle soit du centre de l'Europe, théâtre privilégié des sciences et de la civilisation, l'Islande n'est pourtant pas aussi étrangère qu'on pourrait le croire aux œuvres de l'art immortel de Guttenberg. Tous les Islandais, hommes et femmes, savent lire et écrire ; presque tous les hommes, même les paysans, savent le latin. Il est rare de trouver un Islandais qui ne connaisse pas l'histoire de son pays ; c'est le fruit de la lecture des anciennes *Sagas*, ou traditions écrites, qu'ils relisent sans cesse.

L'art de l'imprimerie est bien loin d'être négligé en Islande ; l'histoire nous apprend d'ailleurs que ce pays fut l'un des berceaux de cette invention. Dès l'année 1530, une imprimerie fut établie à Hoolum, en Islande, par John Mathieson, Suédois, qui avait été appelé dans cette ville par l'évêque d'Hoolum, John Areson.

Le premier ouvrage qui y fut imprimé, en 1531, est le *Breviarum nidarosiense*, dont on croit qu'il n'existe plus aucun exemplaire.

Mathieson imprima aussi un manuel pour les prêtres, le *catéchisme de Luther*, et d'autres livres de ce genre; mais l'imprimerie fit peu de progrès jusqu'en 1574, époque à laquelle l'évêque Gadbrandt Thorlakson fit venir de nouveaux caractères. Ce fut alors que parut, entre autres livres, la Bible hollandaise, in-folio, de 1584, qui est très-bien imprimée. Un exemplaire de cet ouvrage, extrêmement rare et presque introuvable, a été rapporté par le prince Napoléon.

Outre l'édition de la Bible islandaise, in-folio, on connaît encore celle qui a été imprimée à Hoolum, in-folio, de l'année 1644; une autre, in-folio, imprimée en 1728. Un exemplaire de chacune de ces éditions figure également dans la collection du voyage.

L'imprimerie d'Hoolum n'existe plus; elle est aujourd'hui à Reykiavik, où se publie tous les quinze jours un journal intitulé : *Pjodolfur*.

La collection d'ouvrages imprimés rapportés d'Islande par le prince Napoléon se compose de près de cent volumes. Nous donnerons ici la liste des principaux ouvrages imprimés, et celle des manuscrits.

Livres imprimés.

1° *Bible islandaise*, imprimée à Hoolum, 1644, en 1854, 1 vol. in-folio.

2° *Bible islandaise*. Hoolum, 1544. 1 vol. in-folio, reliure en bois.

3° *Le même ouvrage*. Hoolum, 1728. 2 vol. in-folio.

4° *Nouveau Testament*, en islandais. Hoolum, 1609, 1 vol. in-8, reliure en bois couvert, avec figures.

5° *La Passion* (en islandais). 1678, 1 vol. in-8.

6° *Méditations sur la Passion de J.-C.* (en islandais). Skalholt, 1689, 1 vol. in-8.

7° *Grammaire latine islandaise.* 1734.

8° *Recueil de Sagas* (poëme ou récit historique), en islandais. Skalholt, 1689.

9° *Annales de l'Islande*, de 803 à 1430, dans lesquelles il est parlé des invasions des Normands en France, etc.

10° *Géographie du moyen âge*, d'après les monuments islandais (ouvrage curieux, dans lequel il est parlé de la la découverte de l'Amérique par l'Islandais Heifr au XV° siècle.

11° Toutes les publications de la société littéraire d'Islande, parmi lesquelles on remarque : une carte d'Islande, en quatre feuilles, la traduction de l'*Odyssée* ou du *Paradis perdu*, de la *Messiade*, de Klopstok, divers ouvrages scientifiques, une collection d'ouvrages relatifs à l'histoire de l'Islande, des recueils de poésie, etc., etc.

12° Diverses publications de l'*Académie ecclésiastique* imprimée à Reykiavik.

13° Une collection de programmes des études au collége de Reykiavik.

14° Divers ouvrages de législation islandaise, des comptes rendus de l'administration, etc.

Manuscrits.

Les principaux sont :

1° *Un Recueil de lois islandaises* en 2 vol, in-4°, sur vélin, écriture gothique avec encadrement et peintures.

2° *Gragas* (espèce de code islandais), 1 vol. in-4°. C'est la réunion des lois qui ont régi l'Islande tant qu'elle a conservé la forme républicaine.

3° Un recueil de poëmes islandais, in-4°.

4° Un recueil de *Sagas* ou traditions écrites.

5° L'histoire de l'Envahissement de l'Islande par les Norvégiens, in-4°.

6° Une ode au prince Napoléon, en islandais et en français, par Benedict Grondhal.

Groënland.

Les visiteurs de la galerie du Palais-Royal remarquaient, sur la terrasse extérieure, une tente d'Esquimaux avec tous les ustensiles de la vie de ces peuplades. Le pays étant absolument privé de toute végétation arborescente, les Groënlandais sont obligés, pour se chauffer ou cuire leurs aliments, de brûler de l'huile de phoque dans une petite auge de pierre, dans laquelle ils placent un morceau de tourbe fibreuse destinée à servir de mèche. Nous rappelons cette circonstance pour faire comprendre combien l'exécution d'un livre imprimé doit être chose impossible chez un peuple placé dans des conditions si misérables. Un livre imprimé au Groënland est donc aussi difficile à rencontrer que le phénix mythologique. Il n'existe pas dans la collection du prince Napoléon de livre provenant du Groënland, et il n'en existe nulle part aucun ; seulement, on a rapporté trois cartes manuscrites du Groënland; dressées par les frères moraves de Gothaab ; l'une est une carte générale de cette contrée, avec les noms esquimaux, les deux autres sont des cartes partielles.

Les livres que l'on trouve entre les mains des Groënlandais sont exclusivement des ouvrages composés par les missionnaires danois pour l'instruction de ces peuplades.

Deux brochures, qui font partie de la collection, offrent pourtant un intérêt particulier : elles ont été imprimées en présence du prince Napoléon, par des Esquimaux, employés dans l'établissement des frères moraves, à Gothaab. L'une de ces brochures est un chant sur la guerre d'Orient.

Norvége, Suède et Danemark.

Les livres apportés de la Norvége, de la Suède et du

Danemark, quoique très-nombreux, n'offrent pas le même intérêt bibliographique que ceux de l'Islande. Ce sont des ouvrages scientifiques, historiques, militaires, d'économie politique, etc. On y remarque pourtant quelques albums curieux contenant des dessins de costumes, des vues du pays, de monuments, des cartes marines et terrestres : mais leur examen serait ici superflu, les contrées dont il s'agit faisant partie intégrante du cércle de la civilisation européenne.

Nous avons passé en revue les objets très-divers qui composent la collection scientifique rapportée par l'expédition maritime du prince Napoléon. Si aux nombreux produits dont nous avons parlé, on ajoute des modèles de bateaux en bois pour la chasse au phoque, et des bateaux semblables faits en peau de phoque, qui servent particulièrement au transport de femmes groënlandaises : des mannequins de grandeur naturelle représentant les costumes de la Finlande et du Groënland ; des armes de bronze, de pierre ou de silex, appartenant aux âges les plus reculés ou aux temps modernes ; des vêtements ou couvertures de toutes sortes, en duvet d'eider et en peau de phoque ; des monnaies anciennes de la Suède, et qui consistent en une simple lame de cuivre marquée d'une estampille, etc., etc., on aura une idée de ce curieux musée, de cette collectiou d'autant plus étonnante que l'excursion maritime qui l'a recueillie n'a guère été qu'une course à vol d'oiseau, qui n'a permis que de prendre très-rapidement les souvenirs et les traces des pays parcourus.

Les importants résultats qui ont été obtenus pendant ce beau voyage font vivement désirer qu'il serve d'augure et de signal à d'autres expéditions du même genre, conçues sur le même plan, disposant des mêmes ressources, et qui, dirigées sur d'autres points du globe, apporteraient le plus heureux tribut pour le perfectionnement et l'agrandissement des sciences.

2

Voyage à la recherche des sources du Nil sous le commandement de M. d'Escayrac de Lauture. — Coup d'œil historique sur les tentatives faites jusqu'à ce jour pour découvrir les sources du Nil Blanc. — Personnel de l'expédition de M. d'Escayrac de Lauture. — Préparatifs et moyens de recherches. — Insuccès de l'entreprise.

En 1857 une tentative très-importante a été faite pour remonter jusqu'aux sources du Nil Blanc, et résoudre ainsi le grand problème géographique que les siècles nous ont légué. Commencée sous les plus favorables auspices, cette expédition a été malheureusement forcée de s'arrêter presque à son début, et les espérances que la science avaient conçues à ce sujet ont dû être, sinon abandonnées, du moins ajournées. Bien que cette entreprise ait par le fait échoué, elle présentait trop d'intérêt, elle avait reçu de trop brillants patronages dans la sphère des sciences pour que nous n'en consignions pas le souvenir. Les grands efforts tentés sans succès doivent être conservés à l'histoire de la science contemporaine, comme celui des tentatives que le succès est venu couronner.

Avant de faire connaître l'organisation et l'expédition scientifique placée sous les ordres de M. d'Escayrac de Lauture, et qui se proposait de remonter jusqu'aux sources encore ignorées du Nil supérieur, il ne sera pas sans intérêt de rappeler les entreprises qui ont été faites antérieurement dans le même but.

Ce sont les membres de la commission scientifique de l'expédition d'Égypte, et surtout le mathématicien Fourier, secrétaire de l'Académie des sciences, qui eurent la pensée de faire entreprendre un voyage de recherches sur le Nil Blanc, c'est-à-dire sur l'une des branches du Nil placée à l'occident, et qui avait été presque oubliée par Bruce, le célèbre voyageur anglais, à qui l'on

doit, comme on le sait, la découverte des sources du Nil Bleu.

Le géographe français, d'Anville, d'après le récit de plusieurs anciens voyageurs, avait signalé le premier cette branche importante, qui paraît être l'origine véritable du Nil; il en avait fait l'objet, en 1745, d'un mémoire à l'Académie des sciences de Paris. La question d'un voyage à entreprendre au nord du Nil Blanc était souvent le sujet des entretiens des membres de l'Institut d'Égypte, et notamment de Fourier, qui attachait la plus haute importance à son exécution.

Ce ne fut pourtant que vingt ans après l'expédition d'Égypte que l'on songea sérieusement à ce projet. Un voyageur français, M. Frédéric Caillaud, recommandé par une mission de son gouvernement, et profitant de la marche de l'armée égyptienne, remonta jusqu'à *Dâr Foq*, sur le Nil Bleu, et découvrit la célèbre ville de Méroé. En passant à Karthoum, il vit, mais aperçut seulement, le Nil Blanc, à son confluent avec l'autre branche. Déjà, M. Linant (aujourd'hui Linant-Bey), ingénieur en chef en Égypte, avait déterminé la position de Khartoum en longitude et en latitude. C'est alors que l'on engagea Méhémet-Ali à faire reconnaître le Nil Blanc dans une expédition spéciale. Mais le vice-roi voulut d'abord se rendre, de sa personne, aux mines d'or, ou plutôt aux sables aurifères de Fazoglo et de Fazangoro, dans le Sennâr, et là il put recueillir des notions sur le Nil Blanc. A son retour, en 1839, pressé de nouveau par le consul de France, il ordonna enfin un voyage d'exploration.

Un de ses officiers, Selim-Bimbachy, fut mis à la tête de l'expédition; il avait avec lui sept barques armées et quatre cents hommes. Muni d'instruments défectueux, et malheureusement de peu de connaissances scientifiques, il se borna à reconnaître le cours du Nil Blanc jusque vers le 6e degré de latitude nord.

Cette reconnaissance apportait peu de lumières sur la population du pays, ses productions et son climat. Aussi Méhémet-Ali ordonna-t-il, peu de temps après, une autre expédition. Un ingénieur français, M. d'Arnaud, qui est encore actuellement au service du gouvernement égyptien en fut nommé le chef scientifique; M. Sabatier, le frère du consul général actuel de France en Égypte, lui était associé. On fit un grand nombre d'observations de toute espèce. On avait déjà parcouru plus de mille lieues du cours du Nil, sans que le fleuve présentât un autre aspect que celui qu'on lui connaît dans la Haute-Égypte et dans le Soudan. Mais aucun document officiel, sur cette exploration, n'a été imprimé ; seulement, quelques-uns des voyageurs qui y ont participé en ont publié des relations plus ou moins étendues ; on ne possède qu'une simple rédaction de la grande carte de M. d'Arnaud. L'expédition ne parvint que jusqu'au 4e degré 42′ 42″ nord.

Pendant ce voyage, le régime du fleuve fut soigneusement observé. Des sondages, des mesures, des profils, furent exécutés ; la vitesse du Nil fut déterminée en divers endroits ; l'état de la température, la pression atmosphérique et les vents furent aussi fréquemment observés, ainsi que les productions du sol, les populations, leurs mœurs et leurs habitudes. Tout ce travail est resté inédit, ainsi que les observations de latitude et de longitude, et la grande carte qui y a été assujettie. Nos voyageurs purent établir et lier des relations avec les indigènes. Un certain *mek* ou roitelet, appelé *Lagono*, fit un bon accueil aux voyageurs égyptiens.

Depuis ce mémorable voyage, plusieurs excursions ont eu lieu sur le Nil Blanc ; on doit citer surtout celle des membres de la mission autrichienne, établie à Khartoum.

Don Ignace Knoblecher, le chef de cette mission, et don Angelo Vinco, ont visité tout le cours du Nil jusqu'au terme de l'expédition d'Arnaud, et au delà ; on prétend même que

don Angelo a atteint le 2e degré nord. Là, dit-on, le fleuve se rétrécit beaucoup, et la navigation y devient très-difficile, le lit offrant beaucoup de courants rapides et se trouvant souvent obstrué par des roches. M. d'Arnaud avait déjà remarqué cette diminution de la largeur et de la profondeur du Nil, ce qui fit conjecturer, à cette époque, que les sources ou l'une des sources du Nil n'étaient pas très-éloignées. Néanmoins, le rapport des indigènes et celui des missionnaires sont contraires à cette conjecture : selon eux, le cours du fleuve se prolongerait bien loin au delà. D'après l'opinion d'Angelo Vinco et des indigènes, le Nil provient d'un grand lac intérieur, véritable Méditerranée africaine, dont quelques contours sont indiqués sur les cartes les plus récentes, et sur laquelle les voyageurs auraient vu des embarcations à voiles d'une dimension considérable, et manœuvrées avec une certaine habileté par les indigènes.

Tel est, en abrégé, l'historique des plus importantes tentatives qui ont été faites jusqu'à présent pour reconnaître le cours du Nil Blanc supérieur. Arrivons maintenant à l'expédition qui, en 1856, sous le commandement de M. d'Escayrac de Lauture, devait marcher vers le même but.

C'est au vice-roi actuel de l'Égypte, à Mohamed-Saïd qu'appartenait l'initiative du projet de cette expédition. Le prince éclairé qui poursuit avec tant d'ardeur l'œuvre généreuse et civilisatrice du percement de l'isthme de Suez, est aussi celui qui s'est préoccupé du moyen de résoudre le grand problème des véritables sources du Nil. Ces deux entreprises avaient d'ailleurs entre elles une sorte de lien logique et naturel : en même temps qu'il ouvrait ses États au commerce et à la civilisation européenne, le vice-roi voulait faire pénétrer la domination égyptienne dans l'intérieur de l'Afrique. Par ses soins, l'expédition scientifique préparée pour l'exploration des sources du Nil, eut le

même caractère international qui a marqué la création de la commission mixte pour l'étude du percement de l'isthme de Suez. La France, l'Angleterre et l'Allemagne furent invitées à fournir à la future commission scientifique leur contingent dans le personnel de savants chargés d'entreprendre le voyage aux sources du Nil. Voici comment était composée cette commission, à la tête de laquelle le vice-roi plaça M. d'Escayrac de Lauture :

MM. Aubaret, lieutenant de vaisseau (France);

Mayer, ingénieur des mines, natif de Brandebourg (Prusse);

Richard, docteur en médecine et en chirurgie, botaniste (France);

Boleslawski, lieutenant en premier de pontonniers, natif de Mitrovits, attaché à l'Institut impérial et royal de géographie militaire (Autriche);

Geng, lieutenant en premier de pontonniers, attaché à l'Institut impérial et royal de géographie militaire (Autriche);

Della-Salla, lieutenant d'infanterie, topographe;

Comte Kinski, de Milan, attaché à l'Institut impérial et royal de géographie (Autriche);

Pouchet, licencié ès sciences, de Rouen (France);

Twiford, officier de marine, de Londres (Angleterre);

De Bar, dessinateur, de Montreuil-sur-Mer (France);

Clague, dessinateur photographe, de la Nouvelle-Orléans (États-Unis);

Tabonnelles, d'Elbeuf (France);

Bonnefoy (France).

On voit que le personnel de l'expédition était parfaitement choisi. Le commandant, M. d'Escayrac de Lauture, connaissait depuis longtemps une partie des pays qu'il allait parcourir. Il était fait au climat et aux mœurs des habitants. Il avait déjà visité les rives du Nil Blanc, le Kordofan et les pays voisins de la mer Rouge, sous les mêmes paral-

lèles. Il avait même publié plusieurs ouvrages sur l'Afrique septentrionale, et composé sur le Soudan égyptien un livre remarquable, fruit de ses observations personnelles.

Toutes les sociétés savantes de l'Europe s'intéressèrent à cette expédition. Le vénérable M. Jomard, membre de l'ancien Institut d'Égypte, la patronna à l'Académie des sciences de Paris. M. de Humboldt donna à M. d'Escayrac de longues instructions verbales, et le micrographe Ehrenberg lui remit des instructions écrites.

Le vice roi, Mohamed-Saïd, avait pris toutes les mesures nécessaires pour assurer le succès de l'expédition. Les frais qu'elle devait occasionner étaient à sa charge. Une escorte de trois cents hommes de l'armée égyptienne devait protéger ces nouveaux missionnaires de la civilisation.

M. d'Escayrac de Lauture fit confectionner à Trieste, en Autriche, trente-six chariots susceptibles d'être démontés et transportés facilement. D'autres équipages furent préparés pour les pontonniers, pour les pionniers, les sapeurs, les charpentiers et les autres ouvriers attachés à l'expédition. Deux bateaux à vapeur avaient été offerts par le vice-roi. M. d'Escayrac emportait avec lui beaucoup de présents, destinés aux *mecks*, c'est-à-dire aux roitelets du pays. Avec de tels moyens et la connaissance complète de tout ce qui avait été fait avant lui dans la même direction, M. d'Escayrac se trouvait dans des conditions excellentes pour réussir.

Ainsi, cette expédition scientifique l'emportait sur toutes celles qui l'avaient précédée, tant sous le rapport de la sécurité qui devait présider à la marche de l'expédition, que par l'excellente composition du personnel destiné à se livrer aux études scientifiques. Grâce aux connaissances variées et étendues des membres de cette réunion, et à la perfection des instruments dont ils s'étaient munis, toutes les recherches devaient être exécutées dans les conditions les meilleures. Les observations qui se rapportent à la physique auraient été relevées avec le plus grand soin.

Les phénomènes magnétiques auraient été observés avec une attention toute particulière. Les botanistes et les zoologistes faisant partie de la commission, devaient tracer avec exactitude la Flore et la Faune de ces contrées où nul Européen n'a encore pénétré. Les animaux infusoires, invisibles à l'œil nu, devaient être étudiés par les moyens les plus rigoureux qu'emploient les naturalistes; la géographie devait s'appuyer sur les observations astronomiques; enfin l'étude des races humaines, si intéressante dans cette partie du monde, devait être l'objet de l'attention constante d'hommes qui ont déjà fait leurs preuves dans cette partie des sciences naturelles.

Cette entreprise, qui avait pour objet la découverte de parties de l'Afrique absolument inconnues, se préparait donc sous d'excellents auspices; elle promettait à la science, au commerce, à la civilisation les meilleurs résultats. Malheureusement, ces prévisions devaient être démenties.

C'est le 20 juillet 1856, que le vice-roi d'Égypte avait donné son approbation au plan qui lui avait été soumis par M. d'Escayrac de Lauture pour les détails du voyage. M. d'Escayrac de Lauture retourna immédiatement après en Europe pour y réunir les personnes qui devaient l'accompagner dans son voyage. Les savants composant la réunion scientifique, et dont nous avons donné plus haut les noms, se donnèrent tous rendez-vous au Caire pour le mois d'octobre.

Dès les premiers jours d'octobre, M. d'Escayrac de Lauture était rendu au Caire; la plupart de ses compagnons de voyage le rejoignirent bientôt après dans la grande cité égyptienne. C'est du Caire que l'expédition devait partir pour remonter le Nil. Dès son arrivée au Caire, M. d'Escayrac de Lauture fut très-activement secondé par les autorités égyptiennes. Les principaux fonctionnaires égyptiens se montrèrent pour lui pleins de bienveillance et d'empressement; nous devons citer entre autres le mi-

nistre des finances, Zoullikar-Pacha, Edhem-Pacha, gouverneur du Caire, et Arakel-Bey. Les ordres généreux du vice-roi furent ponctuellement exécutés, et l'administration fit tout pour que les préparatifs fussent aussi satisfaisants et aussi prompts que possible.

Le 20 octobre 1856, M. d'Escayrac de Lauture expédia en avant deux petits bateaux à vapeur et quatre *dahabiehs*, qui devaient remonter jusqu'à la première cataracte du Nil. Il plaça cette flottille sous les ordres de l'officier de marine anglais attaché à l'expédition, M. le capitaine Twiford. A cette époque, le Nil commençait à décroître, et promettait une navigation facile pour ce premier convoi.

Cette sorte d'avant-garde était composée, du capitaine Twiford, de M. Georges Pouchet, naturaliste, fils de M. F. Pouchet, de Rouen, savant bien connu par ses belles découvertes en physiologie générale, et de M. Clague, photographe américain. Partie du fort de Boular, le 30 octobre, elle devait s'engager sur le Nil, franchir six cataractes et remonter par eau jusqu'à Karthoum, où était fixé le rendez-vous général. Le gros de l'expédition devait la rejoindre par la route du désert avec ses soldats et ses chameaux. La division qui remontait le fleuve se composait d'un bâtiment à vapeur, chargé de remorquer les cangues, et de deux chaloupes également à vapeur.

Mais ici devait se terminer le voyage, car l'avant-garde de la commission scientifique ne fut pas suivie par le reste de l'expédition. Déjà, pendant le séjour au Caire, de graves dissentiments s'étaient élevés entre M. d'Escayrac de Lauture et ses compagnons. M. d'Escayrac avait jugé nécessaire de se créer une petite armée, unie, disciplinée, plus belliqueuse que scientifique, capable, au besoin, de conquérir les pays que l'on devait explorer. Deux canons, portés à dos de chameaux, devaient faire respecter ses ordres dans le désert; il avait armé jusqu'aux dents les savants et les artistes, embrigadés

comme soldats; il avait imposé à ses compagnons le costume oriental, et prétendait exercer sur eux un véritable commandement militaire. Ces prétentions choquaient gravement l'indépendance et la dignité des compagnons de M. d'Escayrac de Lauture, qui avaient entendu faire un voyage de savants, et non une campagne militaire sous la conduite d'un chef suprême. Des dissentiments graves avaient donc éclaté déjà entre M. d'Escayrac et ses compagnons au Caire, où ils étaient réunis.

Après une navigation pénible, l'avant-garde de l'expédition arriva enfin à Dongola, capitale de la Nubie, où l'on fit une nouvelle halte, nécessitée par le désaccord qui subsistait toujours entre le gros de la caravane scientifique et son chef, resté au Caire. Les voyageurs profitèrent de leur séjour forcé à Dongola pour étudier les mœurs du pays. Les trois savants européens, munis de vivres pour deux mois et protégés par un détachement d'indigènes, quittèrent enfin Dongola, et recommencèrent à remonter le Nil dans la direction de l'île de Méroé.

Arrivés vers le 18° degré de latitude, ils rencontrèrent le vice-roi, Mohamed-Saïd, qui revenait d'un voyage d'exploration dans le Soudan, accompagné d'une petite armée et avec une suite nombreuse, composée de pachas, de fonctionnaires et d'officiers égyptiens. Le vice-roi avait appris en route le différend et le désaccord qui s'étaient si malheureusement élevés au Caire entre les membres de l'expédition et leur chef. A la suite des renseignements qu'il recueillit des trois savants composant l'avant-garde de la commission scientifique, Mohamed-Saïd pensa qu'il serait impossible de tirer un parti efficace de l'expédition telle qu'elle était organisée, et il se décida à la dissoudre.

Cette décision souveraine fut notifiée à l'avant-garde de nos savants au moment où ils se disposaient à continuer leur route. Il leur fallut revenir sur leurs pas et traverser le désert à petites journées, ne trouvant aucun aide de la

part des autorités égyptiennes, qui les croyaient tombés en disgrâce.

Telle fut la triste fin du voyage scientifique qui avait débuté sous de si favorables auspices.

Les détails que nous venons de donner sur les causes qui ont amené l'échec de l'expédition aux sources du Nil, sont empruntés à des renseignements de la plus grande authenticité. Néanmoins, il nous paraît équitable de faire suivre ce récit des explications personnelles qui ont été publiées à propos de ces faits par M. d'Escayrac de Lauture. Ces explications sont contenues dans une lettre qui a été adressée par M. d'Escayrac de Lauture à l'Académie des sciences de Paris, et que nous allons reproduire en terminant, parce qu'elle renferme d'ailleurs plusieurs autres renseignements intéressants sur l'entreprise dont nous venons de rappeler les diverses péripéties.

Lettre de M. le comte d'Escayrac de Lauture à l'Académie des Sciences au sujet de son expédition aux sources du Nil.

« Monsieur le secrétaire perpétuel, l'expédition aux sources du Nil, dont le commandement m'avait été confié, a échoué devant les difficultés contre lesquelles je me suis vainement débattu pendant une année. L'Académie des Sciences, qui avait daigné patronner cette grande entreprise, a droit à quelques explications, et je les lui donnerai, en gardant toutefois une certaine réserve, dont je crois utile et convenable de ne pas me départir.

« J'avais prévu, dès le premier jour, les difficultés qui m'ont assailli. J'espérais toutefois parvenir à les vaincre, comptant, d'une part, sur des secours qui m'étaient promis et m'ont manqué; pensant, d'autre part, calmer par des concessions très-larges les inquiétudes que l'expédition inspirait à tort à certains intérêts. J'espérais que le caractère inoffensif et international de l'expédition désarmerait la jalousie, ferait taire la malveillance et me permettrait de mener à bonne fin une grande entreprise qui se fût trouvée hors de péril dès

qu'elle eût été au sein de la nature primitive et au milieu des peuplades incultes qu'elle devait visiter.

« Le commandement de cette expédition m'avait été offert sans que je l'eusse jamais demandé, par une lettre reçue, à Paris, le 6 février 1856. Mon dévouement à la science me faisait un devoir d'accepter, presque sans examen, une offre d'ailleurs très-flatteuse pour moi. J'acceptai tout de suite. Je fixai le départ du Caire au mois de septembre, avec les hautes eaux, et celui de Karthoum au mois de novembre ou de décembre, avec les vents du nord. J'avais, en conséquence, le temps de donner à l'expédition, par des mesures sagement prises et des préparatifs convenables, toutes les garanties du succès.

« Je pensai tout d'abord à l'emploi d'un bateau à vapeur d'une construction spéciale, ne calant qu'un pied, pouvant porter, avec leurs vivres, une centaine d'hommes, pouvant franchir toutes les cataractes, susceptible du reste de se démonter, au besoin; escorté enfin de barques indigènes et d'embarcations en cuivre analogues à celles dont le commodore Lynch a fait usage sur la mer Morte. Grâce à cette combinaison, avec un petit nombre d'hommes et à peu de frais, l'expédition eût été accomplie en moins d'une année, sans que la science y eût rien perdu.

« Par une fatalité déplorable, mes démarches n'eurent aucun résultat pendant plusieurs mois, et ce n'est que le 20 juillet que l'expédition fut organisée par un acte émané du gouvernement de S. A. le vice-roi. Remettre l'expédition à la campagne suivante était fort chanceux, et je dus, n'ayant pas devant moi le temps nécessaire à l'exécution de mon premier plan, en adopter un second plus ou moins analogue à celui des premières expéditions. J'adressai, en conséquence, au gouvernement de Son Altesse, la demande de deux petits vapeurs, de quelques barques et de l'escorte destinée à soutenir, au besoin, l'expédition. J'espérais que, comme je l'avais demandé, le départ des vapeurs et des barques aurait lieu pendant mon séjour forcé en Europe, où les préparatifs scientifiques me retenaient, et je fixai mon départ du Caire au 15 octobre. Malheureusement, lorsque j'arrivai en Égypte, rien n'avait été fait. Je dus renouveler mes demandes et en attendre l'effet; aussi ne pus-je expédier le premier convoi que le 18 octobre; le Nil baissait fortement à cette époque, et les difficultés furent telles aux cataractes que, bien que mon premier convoi soit parvenu, grâce au dévouement et à l'habileté de M. Twiford,

à les franchir, il ne pouvait être question de remonter le Nil Blanc dans cette campagne.

« Je subis moi-même de bien grands retards, et ne pouvant obtenir les moyens de transport dont j'avais besoin, je me vis indéfiniment retenu au Caire, sans profit pour la science et au grand péril d'une expédition, qui, formée, en raison de certaines exigences, des éléments les plus divers, et ne devant guère ses progrès qu'à l'ardeur de mon initiative, était essentiellement menacée et fragile.

« Son organisation laissait peu à désirer. Les diverses branches des connaissances humaines y étaient convenablement représentées. D'excellents instruments choisis par moi-même chez Winnerl, Lorieux, Pistor et Martins, Schiek, Ernst, Charles Chevalier, garantissaient la valeur des observations, et la photographie devait, ainsi que le dessin, prêter aux investigations de la science le concours le plus avantageux.

« Un outillage varié, des approvisionnements considérables me permettaient de séjourner où besoin serait, soit en raison de l'hivernage ou pour attendre des crues nouvelles, soit pour nouer avec les noirs du fleuve Blanc les relations que le succès de l'expédition pouvait rendre nécesaires.

« Les premières expéditions avaient emmené 500 et 800 hommes. Les négociants et les particuliers qui fréquentent le fleuve Blanc s'appuient d'une force armée : je crus devoir agir de même, et je pris 250 hommes choisis dans la marine de l'État, l'infanterie noire, l'artillerie, le génie et les chasseurs. Cette troupe eût surtout été utile dans le cas très-probable où j'aurais dû faire des détachements, laisser derrière moi des magasins et des dépôts, abandonner enfin les barques pour continuer ma route avec des chariots que j'avais fait construire à Trieste, et pour lesquels j'aurais trouvé des attelages sur les lieux. Une attaque était d'ailleurs à redouter dans ce cas, en raison de la cupidité que le bagage et les objets d'échange de l'expédition pouvaient exciter, et il est facile de concevoir qu'en dehors de ce bagage et de cette suite, s'il est possible de voyager comme missionnaire ou comme chasseur, il ne l'est pas de voyager comme savant dans une région barbare, à laquelle manque même la demi-éducation que le Soudan central a reçue de l'islamisme. Bien résolu de maintenir la paix au prix des plus grands sacrifices, je voulais être à même cependant de faire triompher l'expédition des obstacles que les populations auraient pu lui opposer. Je comptais du reste,

surtout dans ce but, sur l'impression morale que les fusées et quelques autres artifices pouvaient produire.

« Le gouvernement égyptien se montra fort large pour toutes les dépenses qu'il avait à faire, et j'eus soin, de mon côté, de ne pas dépasser, d'éviter même d'atteindre les crédits qui m'avaient été ouverts à Paris, à Trieste et en Égypte, et qui s'élevaient à 180 000 francs. Bien que conçue très-largement, l'expédition eût donc coûté moins que la plupart des expéditions africaines tentées pendant le cours de ces dernières années. Mais l'expédition froissait de nombreuses susceptibilités, déjouait quelques calculs, effrayait quelques intérêts ; aussi eus-je, dès le début, à combattre une opposition souvent déguisée, mais toujours acharnée et implacable.

« Rien ne fut négligé pour amener une scission entre moi et quelques-unes des personnes que j'avais admises à m'accompagner, et, dès que cette scission se fut produite, on en exagéra l'importance et on s'en empara comme d'un prétexte pour provoquer la ruine de l'expédition.

« Le vice-roi prononça la dissolution, à Karthoum, à la première nouvelle de la scission dont je viens de parler.

« Il y a lieu d'espérer que cette décision, si affligeante pour e monde savant, si contraire aux intérêts de l'Europe et de l'Égypte, ne sera pas maintenue sans retour. Le temps amènera des circonstances plus favorables ; je n'ai pas perdu toute espérance de mener à son but une expédition scientifique digne de ce nom, et tant qu'il me restera quelque espoir, pour si pénible que soit la tâche que je me suis imposée, je resterai dans ce pays où je trouve d'ailleurs à poursuivre le cours de mes études.

« S'il m'est donné de réorganiser l'expédition, mon programme sera l'exécution de mon premier plan, de beaucoup préférable à celui que les circonstances m'avaient imposé. »

Comte d'Escayrac de Lauture.

XVI

RAPPORT SUR L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1855 PRÉSENTÉ A L'EMPEREUR PAR LE PRINCE NAPOLÉON PRESIDENT DE LA COMMISSION (1).

Le rapport général présenté à l'empereur sur l'Exposition universelle de 1855, a paru au mois d'octobre 1857. Un coup d'œil rapide sur les divers travaux qui se trouvent résumés dans le travail du prince Napoléon fera comprendre la grandeur de l'entreprise qui fut accomplie à Paris en 1855, les difficultés sans nombre qu'elle rencontra dès son début et dans le cours de son exécution, comme aussi le bonheur avec lequel elle fut finalement conduite.

Recevoir, installer, classer et apprécier les produits de vingt-cinq mille exposants ; élever, ainsi qu'on l'a dit, un temple de la paix à l'heure où la France envoyait ses enfants en armes à huit cents lieues de leurs foyers ; comme on le verra bientôt, faire sortir l'harmonie du chaos, et répondre par un éclatant démenti aux craintes qui s'élevaient de toutes parts sur le succès ou même la possibilité d'une Exposition universelle, tel est le programme immense et varié qu'il s'agissait de remplir.

Un décret du 24 décembre 1855 organisa la commission impériale : le 29 du même mois, elle se trouvait à l'œuvre. Sur la demande du prince Napoléon, son président, une

1. Un volume in-4 avec planches. Paris, imprimerie impériale, 1857.

sous-commission, composée de douze membres, fut chargée de s'occuper des travaux urgents d'organisation. La rédaction du *règlement général*, ce véritable code d'une Exposition universelle, fut le premier travail de la sous-commission. Ce règlement concernait : la formation et les attributions des comités français et étrangers; l'admission, la classification, la réception et l'installation des produits; les modifications à introduire, en ce qui concernait les produits envoyés à l'Exposition, dans le régime et le tarif des douanes; l'organisation intérieure et la police de l'Exposition; la protection que réclamaient les inventions et les dessins industriels mis sous les yeux du public sans la garantie des brevets; enfin, les dispositions relatives aux beaux-arts et aux jurys chargés de décerner les récompenses.

La commission arrêta pour les produits adressés à l'Exposition un tarif douanier exceptionnel; de ce tarif, le mot *prohibition* fut effacé. C'était la première fois que cette innovation se produisait : présage heureux qui, nous l'espérons, sera l'aurore d'une époque nouvelle qui apportera, avec la liberté du commerce universel, le bien-être de chaque nation. Tous les produits sans exception, destinés à être exposés aux Champs-Élysées, entrèrent en France moyennant un droit *ad valorem* de 20 pour cent.

Une autre innovation fut la désignation des prix de vente sur les produits exposés : le prix affiché par l'exposant était, en cas de vente, obligatoire pour lui vis-à-vis de l'acheteur.

A M. Leplay échut la tâche, aride et difficile, de créer un système général de classification des produits. Le système adopté par cet ingénieur éminent était clair, logique; il fournissait au public et au jury international le moyen d'apprécier aisément le mérite des innombrables produits exposés. D'après ce système, on avait groupé dans chaque industrie, non-seulement les différents produits qu'elle livre au commerce, mais encore les matières premières qu'elle élabore et les instruments qu'elle emploie. Quant aux diffé-

rentes industries qui concourent simultanément à la fabrication du même produit, on avait réuni dans un même groupe celles qui, par la nature même des choses ou par la spécialité des personnes qui les dirigent, ont entre elles des affinités intimes. On s'était au contraire attaché à séparer les industries qui s'exercent en général dans les lieux différents, ou qui occupent des personnes de spécialité distincte.

Sans nous arrêter aux mesures prises pour organiser l'administration de la commission impériale et celle des beaux-arts, nous rappellerons surtout les difficultés que l'on rencontra dans l'œuvre la plus importante, sans aucun doute, et d'où dépendait, on peut le dire, le salut de l'Exposition universelle : nous voulons parler de la formation des comités chargés de recevoir les produits.

La commission impériale n'avait pas à intervenir dans l'organisation des comités à l'étranger; mais elle eut à fortement agir dans nos départements. Les préfets reçurent des circulaires destinées à les guider dans leur choix, à préciser les fonctions des comités, à faire comprendre aux membres de ces comités toute l'importance de leur mandat. Grâce à cette impulsion, deux cent huit comités pour la réception des produits fonctionnèrent bientôt en France. La commission leur prodigua les instructions relatives à l'examen et à l'admission des produits. Comme on ne pouvait accorder aux exposants inscrits plus d'un tiers de l'espace demandé par eux, et qu'il importait, en vue de la lutte future, de sauvegarder l'honneur national, on invita les comités « à se montrer rigoureux, et à ne pas s'affaiblir en admettant au concours des candidats trop nombreux et plus hardis qu'habiles. » Les instructions portaient aussi sur les machines qui seraient admises à fonctionner dans les galeries de l'Exposition, car, dans ce cas, « il ne s'agissait plus seulement de répartir l'espace, mais de distribuer convenablement la force motrice. » La correspondance de la commission impériale avec les comités des départe-

ments prit des proportions immenses : les hésitations, les doutes, les points d'interrogation qui arrivaient de tous les côtés nécessitèrent 182 245 réponses.

Si l'influence de la commission impériale sur les comités départementaux fut puissante, l'action de ces comités sur le pays se fit également sentir. Tous les départements de la France entrèrent en lice dans ce concours universel; et le nombre des exposants français, qui avait été de 4753 à l'Exposition de 1849, s'éleva cette fois à 9328.

La commission impériale avait jusque-là marché d'un pas ferme et sûr dans l'accomplissement de son œuvre, mais les difficultés ne devaient pas tarder à se dresser sur sa route. Les premiers obstacles s'élevèrent à l'occasion des travaux d'installation. Le Palais de l'Industrie était déjà en voie de construction, lorsque parut le décret instituant l'Exposition universelle. Mais le monument que l'on était en train d'édifier devait-il offrir un espace suffisant aux produits innombrables qui allaient y affluer? La réponse à cette question ne pouvait être que négative. On avait, en effet, fixé approximativement à 100 000 mètres carrés la place nécessaire à l'installation de tous les produits; or, cet édifice n'avait que 45 000 mètres. On songea tout aussitôt à ajouter diverses annexes au Palais. Mais le prince Napoléon, devinant toutes les difficultés qui allaient surgir de l'exiguïté de l'emplacement projeté et de l'intervention d'une compagnie concessionnaire, proposa un parti radical : c'était de consacrer à l'Exposition une construction nouvelle et spéciale.

L'exécution immédiate de ce projet aurait fait disparaître bien des embarras qui, plus tard, surgirent en foule. La sous-commission allait l'adopter, lorsque le prince quitta la France avec l'armée d'Orient. Mais bientôt les préoccupations de la guerre agirent sur tous les esprits. Les circonstances étaient si difficiles, qu'on allait jusqu'à mettre en doute l'ouverture de l'Exposition universelle à l'époque

fixée. Ces craintes presque unanimes influençant les membres eux-mêmes de la sous-commission, on fut amené à supposer peu d'empressement de la part des exposants des différentes nations, et, peu à peu, on en vint à croire que le Palais de l'Industrie, avec quelques aménagements accessoires, pourrait suffire à englober tous les produits. Cette fâcheuse opinion ne devait pas tarder à être démentie.

Quand les commissaires envoyés de Londres arrivèrent à Paris et prirent connaissance des lieux, ils déclarèrent tout aussitôt à la commission que les produits de l'Angleterre suffiraient à eux seuls pour remplir toute la capacité du local que l'on songeait à affecter à l'Exposition. Cette prétention était certes fort exagérée, mais elle eut ce bon côté qu'elle fit entrer le doute dans les esprits. Malheureusement, les hésitations y demeurèrent. Les tâtonnements se succédaient sans amener aucun résultat. On imaginait des plans d'agrandissement, que l'on abandonnait bientôt pour en entreprendre d'autres sur de nouveaux frais. Tant de temps et d'argent furent ainsi dépensés sans utilité, que le sort de l'Exposition future semblait compromis de plus en plus.

Mais, dès son retour de la guerre d'Orient, le prince Napoléon fit décider la construction de l'immense galerie de l'Annexe dans le Cours-la-Reine, le long du fleuve. Il fut arrêté, en même temps, que l'on conserverait la belle rotonde du Panorama, que les ouvriers étaient déjà occupés à détruire, et qui devint à la fois pour le nouveau palais un luxe et une nécessité. Tout l'espace compris entre la rue d'Antin, le Cours-la-Reinè et une nouvelle voie ouverte, à l'est du palais, fut destiné à recevoir les produits qui, par leur valeur et leur nature, pouvaient être placés à l'extérieur. Grâce à ces modifications heureuses, on put disposer, dès lors, d'une surface de 117 000 mètres carrés. Sans doute, le résultat n'était pas parfait, mais il était le meilleur possible dans les conditions défavorables où l'on se trouvait placé.

Tous ces retards devaient, on le comprend, compliquer l'importante opération de la répartition de l'espace réservé à chaque exposant. Comment prendre des décisions à cet égard quand on ne connaissait point encore la surface dont on pourrait disposer? D'autre part, les renseignements sur le nombre présumé des exposants et l'espace qui leur serait nécessaire n'arrivaient qu'avec lenteur et partiellement. Pour sortir d'embarras, on fut obligé d'adopter pour base l'emplacement proportionnel qui avait été affecté à Londres en 1851, aux exposants des diverses nations dans le Palais de Cristal.

Ces complications devaient s'accroître encore. D'après les engagements de la compagnie concessionnaire, c'était au mois d'août 1854 que devaient être terminées les constructions du Palais de l'Industrie. Or, elles étaient encore inachevées au mois de mars 1855. En outre, le Palais fut livré dans un état d'inachèvement auquel il fallut remédier. Cependant, les caisses envoyées par les exposants arrivaient par masses; on les déposa sans ordre, au fur et à mesure, dans l'intérieur des bâtiments et en dehors. Bientôt, tout fut encombré : le désordre était général.

On le voit, un surcroît d'activité et d'énergie était nécessaire pour sauver l'Exposition du chaos qui la menaçait. La commission impériale se dévoua. On prit aussitôt des mesures pour enrégimenter des ouvriers habiles; on accepta avec empressement le concours zélé et désintéressé du service de la manutention, organisé par la chambre de Commerce de Paris et offert par son président, M. Legentil, membre de la commission impériale. Enfin, M. Leplay fut nommé commissaire général de l'Exposition.

Peu après, les travaux reprenaient l'ordre et l'activité indispensables au succès de cette magnifique entreprise. La réception et le déballage des produits se firent avec ordre et rapidité. La commission menait de front la réception, l'installation, la classification des objets envoyés. Elle

procéda avec bonheur à la création de la galerie des machines, dont les ingénieuses et savantes combinaisons l'emportaient de beaucoup sur celles qui furent adoptées à Londres pour l'Exposition universelle de 1851. Qu'il nous soit permis de rappeler les belles dispositions de cette admirable galerie des machines en mouvement, où nous avons passé nos plus belles heures d'étude. On avait su tirer un parti pratique de tous les objets exposés. Établies dans un local spécial, en contre-bas du sol, les chaudières des exposants étaient entretenues en feu pour produire un immense courant de vapeur qui venait circuler dans un tuyau général placé dans la galerie. Sur ce conduit se faisaient toutes les prises de vapeur destinées à faire mouvoir les machines à vapeur. Dirigées et entretenues par leurs propriétaires, ces machines imprimaient le mouvement aux portions successives d'un arbre de couche longitudinal, isolé et apparent, sur lequel venaient s'atteler tous les métiers de la galerie. Toutes ces machines en action, ces différents mécanismes incessamment en jeu, les mille enseignements qui résultaient de leur examen, formaient, par leur ensemble, le spectacle le plus magnifique que l'industrie humaine ait jamais offert à un esprit réfléchi et studieux[1].

Une idée utile et féconde fut due à l'initiative d'un membre de la Société des arts de Londres, M. Thwining : nous voulons parler de la formation d'une galerie d'économie domestique, où seraient exposés les objets à bas prix destinés au logement, à la nourriture, à l'ameublement des ouvriers. Au milieu de toutes les entraves qui arrêtaient la marche des travaux, la réalisation de cette dernière idée

[1] Voyez pour la description des inventions nouvelles des appareils, etc. qui ont figuré à l'Exposition universelle, notre ouvrage intitulé : *Les applications nouvelles de la science à l'industrie et aux arts en* 1855, qui forme le prélude et une sorte d'introduction à *l'Année scientifique et industrielle.*

éprouva des retards. La difficulté de trouver pour la nouvelle galerie un emplacement convenable avait même fait complétement abandonner ce projet, lorsque, grâce au concours du président de la commission, un bâtiment spécial fut affecté à cette importante et originale collection, dont la direction fut confiée à M. Leplay. Le public montra, par son empressement, tout l'intérêt qu'il ajoutait à cette œuvre utile, et le catalogue spécial de cette galerie, qui fut dressé et publié avec le concours des exposants, trouva beaucoup d'acheteurs.

Nous n'insisterons pas sur les travaux relatifs à l'éclairage et à la ventilation du Palais, sur le service des douanes, sur l'établissement des bureaux de délivrance des certificats de garantie d'invention, sur le service de surveillance et d'ordre, etc., etc.

Après avoir triomphé de tant de difficultés qui avaient paru insurmontables, la commission crut sa tâche assez avancée pour pouvoir ouvrir les portes de l'Exposition universelle. Le 15 mai 1855 eut lieu l'ouverture de « ce temple de la paix qui conviait tous les peuples à la concorde. » Le souvenir de cette fête nationale de la science et de l'industrie restera gravé dans les cœurs de tous les amis des lumières et du progrès.

Après cette ouverture officielle, qui ne fut, en réalité, que partielle puisque la galerie des machines ne fut livrée au public que le 10 juin, et la rotonde du Panorama le 27, on prit des mesures pour faciliter l'entrée de l'Exposition aux visiteurs. On se préoccupa surtout des ouvriers, ces laborieuses abeilles qui avaient enrichi de leurs travaux la splendide ruche de l'Exposition. On mit à la disposition des contre-maîtres et ouvriers des départements, officiellement inscrits, et qui avaient profité des facilités offertes à leur voyage par les compagnies de chemins de fer, des cartes donnant entrée aux deux Expositions tous les jours de la semaine, moyennant 20 centimes. Profitant de cette faci-

lité, l'élite des ouvriers français entrèrent dans cette enceinte, où les attendaient tant de solides enseignements. Le reste du public trouva dans ce magnifique palais la plus belle occasion de satisfaire à la fois et la curiosité des yeux et les désirs de l'intelligence, avide de s'initier à l'état actuel et au perfectionnement de l'industrie et des arts. Quant aux exposants, ils virent avec une joie bien légitime leurs travaux et leurs découvertes passer sous les yeux de plus de cinq millions de visiteurs. La commission impériale avait le droit de revendiquer une large part de la reconnaissance du public pour cette exhibition imposante, jusque-là sans analogue dans notre pays.

Cependant, l'œuvre n'était pas achevée : il restait à juger les produits et à les récompenser. Le jury international consacra à ce travail tout le temps compris entre l'ouverture et la clôture de l'Exposition. Cette tâche était immense et hérissée de difficultés. En effet, les produits de chaque classe étaient disséminés dans les différentes parties du Palais; tous les jours il en arrivait de nouveaux. Il fallait recommencer le lendemain le travail de comparaison péniblement achevé la veille. L'insuffisance des bâtiments était telle que l'on eut mille peines à trouver un local propre aux réunions du jury.

La commission admit, comme chacun le sait, plusieurs ordres de récompenses. Il fut arrêté, par une innovation libérale et bien inspirée, que les récompenses ne s'adresseraient pas seulement aux chefs des fabriques, mais aussi aux ouvriers eux-mêmes. On tint à honneur de récompenser à la fois et l'œil profond du maître qui conçoit et dirige, et la main de l'ouvrier qui comprend et exécute. « Partout où il y a, dit le président de la commission dans une de ses circulaires, un bon exemple donné par un contre-maître ou un ouvrier, il y a, pour le jury, un nom à inscrire sur les listes d'honneur du travail, et je verrais avec plaisir que le jury trouvât le moyen de décerner aux

ouvriers, même à ceux des non exposants, autant de récompenses qu'aux chefs d'industrie dont les produits figurent à l'Exposition. »

Pourquoi faut-il que ces paroles aient rencontré peu d'écho? Il est certain qu'elles n'arrivèrent pas aux oreilles des uns, et furent mal comprises par les autres. Un certain nombre de chefs de fabriques se refusèrent, dans la crainte de les perdre, à mettre ainsi en lumière d'excellents ouvriers. D'autres patrons, moins jaloux ou plus adroits, se contentèrent de mentionner en masse tout leur personnel de travail. Quoi qu'il en soit, et bien que cette mesure n'ait pas produit tous les résultats que l'on était en droit d'en attendre, le prince Napoléon peut revendiquer à juste titre l'honneur d'avoir créé, « en industrie, un droit nou« veau, celui du coopérateur. »

Mais jetons notre dernier coup d'œil sur les travaux du jury international. Au moment où les opérations des différentes classes semblaient achevées, beaucoup de membres de ce haut aréopage quittèrent Paris; ils ne laissaient que des propositions, et l'on n'était plus en nombre pour voter. Pour parer à cet embarras, on dut assimiler les jurés suppléants aux jurés titulaires.

D'autres difficultés s'élevèrent ensuite dans la réunion du conseil des présidents et vice-présidents du jury. « Le temps se passait, dit le rapport, en discussions, en luttes d'amour-propre entre les diverses classes, entre les diverses nationalités, entre les divers systèmes d'économie industrielle représentés dans le conseil. » Pour mettre un terme à cette anarchie des tendances opposées, on institua un comité de sept membres, composé de Français et d'étrangers, pour reviser en commun le travail des récompenses, et le soumettre ensuite au vote définitif du conseil des présidents. Cette proposition fut adoptée. Ce comité supérieur sut tourner et souvent franchir la plupart des difficultés, ménager les susceptibilités qui se trouvaient en

jeu, et sur certaines questions, par exemple à propos des médailles d'honneur de deux modules différents, satisfaire des amours-propres plutôt par l'apparence que par la réalité.

Les travaux du jury des beaux-arts, chargé de décerner les récompenses, étaient, on le comprend, tout aussi difficiles et ingrats. « La nature même des productions, dit le rapport, la diversité des goûts, les mérites dans les genres différents, la vivacité des prétentions tendaient à jeter de l'incertitude dans les jugements. »

Après la distribution des récompenses et l'Exposition universelle se trouvant clôturée, il ne restait plus qu'à réexpédier les produits et à liquider les dépenses. 5175 colis furent expédiés en cinquante jours. Ces galeries immenses, remplies naguère d'agitation et de bruit, ces magnifiques salles où tous les peuples du monde étaient venus fraterniser et se confondre dans un même sentiment d'admiration devant tant de merveilles, fruit du génie commun de l'humanité, devinrent tout d'un coup silencieuses et désertes.

Les dépenses totales nécessitées par l'Exposition universelle de 1855 se sont élevées à la somme de 8 315 908 fr. Mais ce chiffre sera certainement de beaucoup diminué quand il s'agira de procéder, dans l'avenir, à une nouvelle exposition du même genre. Il faut tenir grand compte, en effet, pour le chiffre que nous venons de donner, des expédients de toutes sortes auxquels les circonstances ont forcé d'avoir recours, et des entraves journalières que l'on a rencontrées. Toutes ces difficultés n'existeront plus lorsqu'il s'agira d'un projet nouveau, convenablement mûri, conçu et exécuté avec ensemble.

Le rapport dont nous venons de donner l'analyse se termine par un important chapitre, où, sous le titre de *conclusion*, le prince Napoléon pose les règles et principes qui, selon

lui et d'après l'expérience accomplie, devront présider à l'organisation des expositions universelles qui pourront avoir lieu dans l'avenir. Les expositions universelles sont appelées à remplacer les expositions nationales périodiques ; il importe donc de transmettre à l'avenir l'enseignement du passé.

En résumé, l'Exposition universelle de 1855, entreprise au milieu des circonstances les plus difficiles dans lesquelles puisse se trouver une nation ; préparée, conduite et inaugurée au moment où une guerre qui menaçait de devenir générale obligeait toutes les puissances de l'Europe à se maintenir en armes ; en présence d'une crise alimentaire inquiétante et générale ; en face de difficultés de toute nature qui semblaient devoir en compromettre le succès, a été un fait unique et glorieux dans l'histoire de notre patrie. A cette époque, la France s'est montrée aussi grande dans ses luttes pacifiques de l'intérieur, qu'elle se montrait en même temps puissante sur le théâtre lointain des combats, et elle a pu mêler avec un égal orgueil, dans un même faisceau, ses bannières industrielles et les drapeaux victorieux de ses armées.

XVII

PRIX DÉCERNÉS PAR LES SOCIÉTÉS SAVANTES.

1

Prix de l'Académie des sciences de Paris.

L'Académie des sciences de Paris a décerné les prix et récompenses dont l'énoncé va suivre pour les travaux scientifiques qui se rapportent à l'année 1856.

Sciences mathématiques.

Grand prix de mathématiques, proposé pour 1853 et prorogé jusqu'en 1856. Il a été décerné à M. Kummer pour ses belles *Recherches sur les nombres complexes composés de racines de l'unité et de nombres entiers.*

Prix d'astronomie fondé par Lalande, partagé entre MM. Chacornac, Goldschmidt et Pogson pour les découvertes des planètes *Leda* et *Lætitia*, *Harmonia* et *Daphné*, et de la planète *Isis.*

Prix de mécanique fondé par M. de Montyon. La commission a déclaré qu'aucune pièce adressée n'a paru digne du prix.

Prix de statistique fondé par M. de Montyon, décerné à M. Armand Husson, chef de division à la préfecture de la Seine, pour son ouvrage intitulé *les Consommations de Paris.*

Prix fondé par Mme la marquise de Laplace : OEuvres complètes de Laplace, remises à M. Louis-André-Émile Martin, sorti le premier de l'École polytechnique le 19 septembre 1856.

Sciences physiques.

Grand prix des sciences physiques, proposé en 1847 *pour* 1849, *remis au cours pour* 1853 *et de nouveau pour* 1856.

« Établir par une étude du développement de l'embryon

dans deux espèces, prises, l'une dans l'embranchement des vertébrés, et l'autre, soit dans l'embranchement des mollusques, soit dans celui des articulés, des bases pour l'embryologie comparée. »

Ce prix est accordé à M. Lereboullet, professeur de zoologie et d'anatomie comparée à la faculté des sciences de Strasbourg, auteur du meilleur Mémoire sur la question proposée.

Grand prix des sciences physiques, proposé en 1850 *pour* 1853 *et remis à* 1856.

« 1° Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrain sédimentaires, suivant leur ordre de superposition.

« 2° Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée.

« 3° Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs. »

Ce prix est décerné à M. H.-G. Bronn, professeur d'histoire naturelle à Heidelberg (grand-duché de Bade).

Prix de physiologie expérimentale, fondé par M. de Montyon.

Ce prix a été partagé comme il suit :

A M. Waller, une somme de 2000 francs pour ses expériences sur les ganglions des nerfs rachidiens ;

A M. Davaine, une somme de 1500 francs pour son Mémoire sur l'anguillule du blé niellé ;

Et à M. Fabre (d'Avignon), une somme de 1000 francs pour ses recherches relatives à l'action du venin des cerceris sur le système nerveux ganglionaire des insectes.

Prix relatifs aux arts insalubres, fondé par M. de Montyon.

M. Schrötter est l'auteur de la découverte du phosphore rouge, qui, n'ayant les propriétés toxiques ni la grande inflammabilité du phosphore ordinaire, sera avantageusement substitué à ce dernier dans la fabrication des allumettes chimiques. L'Académie a récompensé cette découverte par un prix de 2500 francs.

M. Caumont, qui est inventeur d'une machine propre à séparer les *jarres* ou gros poils des peaux de lapins, des poils courts et fins qui sont exclusivement employés à la fabrication

des feutres pour chapeaux, a obtenu un encouragement de 2000 francs. L'*éjarrage* fait à la main est fort insalubre, parce que l'ouvrier ou l'ouvrière qui l'exécute est constamment exposé à respirer un air chargé de poussière et de débris de poils. La machine de M. Caumont fait disparaître en grande partie cette cause d'insalubrité.

Prix de médecine et de chirurgie fondé par M. de Montyon, subdivisé en prix, récompenses et encouragements.

La commission de l'Académie nommée pour examiner les ouvrages et mémoires envoyés pour ce concours, a décerné les récompenses suivantes :

Un prix de 2000 francs à M. Simpson, qui, après les belles expériences de M. Flourens, a introduit l'anesthésie par le chloroforme dans la pratique chirurgicale et dans celle des accouchements.

Un prix de 2000 francs à M. Malgaigne pour son grand ouvrage sur les fractures et les luxations.

Un prix de 2000 francs à M. Jules Guérin, pour avoir généralisé la méthode sous-cutanée.

Une récompense de 1200 francs à M. Stelling, pour ses recherches anatomiques microscopiques sur le pont de Varole, la moelle allongée et la moelle épinière.

Une récompense de 1000 francs à M. Eugène Renault, directeur de l'École vétérinaire d'Alfort, pour ses nombreuses expériences sur plusieurs maladies contagieuses telles que la morve, la clavelée, la rage.

Une récompense de 1000 francs à M. Filhol, professeur à Toulouse, pour diverses observations chimiques contenues dans son ouvrage sur les eaux médicales des Pyrénées.

Une récompense de 1000 francs à M. Galtier, pour diverses observations de chimie toxicologique, contenues dans son *Traité de Toxicologie.*

Une récompense de 1000 francs à M. Middeldorpff, pour l'emploi du courant électrique comme moyen chirurgical de cautérisation.

Une récompense de 1000 francs à M. Brown-Séquard, pour ses observations sur le résultat des lésions de la moelle épinière chez les mammifères.

Une récompense de 1000 francs à M. Robin, pour la découverte et la description d'un tissu accidentel ayant une struc-

ture d'apparence glanduleuse et se développant chez l'homme dans des parties du corps dépourvues de glandes.

Une récompense de 1000 francs à M. Boinet, pour ses recherches et ses expériences sur la valeur des injections isolées dans le traitement des kystes de l'ovaire.

Une récompense de 1000 francs à M. Guillon, pour son procédé de dilatation des rétrécissements de l'urètre à l'aide de bougies olivaires en baleine ou en gomme élastique.

Un encouragement de 800 francs à M. Faure, pour ses recherches expérimentales sur l'asphyxie et particulièrement sur l'anesthésie qui en est la conséquence.

Un encouragement de 800 francs à M. Colombe, pour avoir démontré la possibilité de changer avantageusement, dans certains cas, la position vicieuse du fœtus pendant l'accouchement.

Un encouragement de 700 francs à M. Hiffelsheim, pour ses recherches et ses expériences sur les mouvements du cœur chez les animaux.

Un encouragement de 700 francs à M. Philippaux, de Lyon, pour avoir étudié à des points de vue nouveaux, l'action variée des différents caustiques appliqués aux opérations de la chirurgie.

Un encouragement de 600 francs à M. Legendre, pour avoir donné les préparations et les figures d'un grand nombre de coupes faites sur des cadavres congelés, dans le but de montrer les rapports exacts des tissus et des organes.

Un encouragement de 600 francs chacun, à MM. Goubaux et Follin, pour avoir constaté que chez plusieurs mammifères et chez l'homme, dans les cas de cryptorchydie double, le liquide prolifique est infécond.

Un encouragement de 500 francs à M. Godart, pour avoir observé chez l'homme un certain nombre de faits semblables.

Un encouragement de 500 francs à M. Colin, chef du service d'anatomie à l'école vétérinaire d'Alfort, pour s'être livré à des recherches expérimentales nombreuses et variées sur les animaux, dans le but d'éclairer certaines questions de physiologie.

Un encouragement de 500 francs à M. Louis Figuier, pour ses travaux relatifs à la présence du sucre dans le sang de l'homme et des animaux.

Un encouragement de 500 francs à M. Gosselin, pour ses

recherches et ses expériences sur l'absorption, par la cornée transparente, de diverses dissolutions salines mises en contact avec le globe de l'œil et leur mixtion avec l'humeur aqueuse.

Un encouragement de 500 francs à M. Verneuil, pour avoir décrit avec une grande exactitude les différents kystes de la région sus-hyodienne.

Un encouragement de 500 francs à M. Duplay, pour ses recherches sur la persistance des zoospermes chez les vieillards.

Un encouragement de 500 francs à M. Delpech, pour avoir fait connaître les accidents que développe chez les ouvriers travaillant en caoutchouc l'inhalation du sulfure de carbone.

Prix Cuvier.

Pour la troisième fois l'Académie a décerné en 1857 le *prix Cuvier*, qui avait été accordé en 1851 à M. Agassiz, pour ses grands travaux sur les poissons fossiles, et en 1854 à M. Muller, pour ses belles et profondes recherches sur la structure et le classement des échynodermes.

La commission de l'Académie a accordé le prix Cuvier à M. Richard Owen, de Londres, qui, depuis plus de vingt ans, par des travaux de l'ordre le plus élevé, a tant agrandi le champ de l'anatomie comparée et de la paléontologie.

2

Prix annuels de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale, a décerné les prix et récompenses dont l'énoncé va suivre, pour les découvertes et perfectionnement réalisés dans l'industrie et les arts industriels en 1856.

I

Médailles d'or.

1° *Construction et perfectionnement du stéréoscope, par M. Jules Dubosq.*

L'idée première et la théorie de cet instrument sont dues au

physicien anglais Wheatstone. Cette découverte si ingénieuse était restée sans application pendant de nombreuses années; les savants n'y voyaient qu'une conception des plus originales, les constructeurs qu'un instrument curieux destiné à figurer une fois par hasard dans la série nombreuse des expériences qui accompagnent un cours de physique.

Encouragé par M. Brewster, M. Duboscq a exécuté le premier stéréoscope portatif; il a su, par une construction légère et commode, rendre facile l'emploi de cet-instrument. Par des collections d'épreuves prises sur des objets d'art, des fleurs, des objets d'histoire naturelle, des dessins géométriques, M. Duboscq a su, dès le début, faire pressentir toutes les applications que cet appareil pourrait recevoir, et en assurer, par cela même, le succès. Aujourd'hui la fabrication du stéréoscope et de tous ses accessoires est devenue une industrie dont les produits s'élèvent annuellement à un chiffre de plusieurs millions.

2° Frein automoteur pour chemins de fer, par M. Guérin.

Les freins automoteurs de M. Guérin sont mis en jeu par le déplacement des ressorts, sur les extrémités desquels s'appuient les tiges des tampons de choc.

Lorsque le mécanicien vient à déterminer le ralentissement de la locomotive et du tender par la fermeture du régulateur, le serrage du frein ordinaire du tender et autres moyens qu'il a à sa disposition, chaque voiture du train presse celle que la précède, en vertu de l'excès de sa propre vitesse et de la pression qu'exerce à son tour sur elle la voiture qui la suit. Il en résulte que les tiges des tampons s'enfoncent successivement, d'autant plus que les voitures sont plus rapprochées du tender. Cet enfoncement est assez grand pour mettre en jeu les freins et arrêter la rotation des roues de toutes les voitures, sauf les trois ou quatre qui sont tout à fait à l'arrière du train.

Ce qui caractérise le système de M. Guérin, le distingue des autres systèmes essayés antérieurement et le rend d'un usage facile et sûr, c'est qu'il n'exige l'addition d'aucune liaison entre les voitures autre que les moyens d'attache ordinairement usités; que, cependant, les freins n'agissent point lorsque les voitures reculent par l'impulsion à bras d'hommes ou l'action de la locomotive dans les manœuvres de gare; qu'enfin les freins qui ont été mis en jeu par le raccourcisse-

ment du train qu'a déterminé le ralentissement de la locomotive et du tender, se desserrent spontanément par le seul effet de la *dilatation* du train due à l'action du contre-ressort, après que le train est complétement arrêté.

Les freins automoteurs de M. Guérin fonctionnent régulièrement et avec succès, depuis plus d'un an, sur le chemin de fer d'Orléans et quelques autres lignes.

La Société d'encouragement, dans le double but de récompenser le mérite de l'invention et de contribuer à propager l'usage d'un moyen d'éteindre promptement et sûrement la vitesse des trains, et rendre ainsi moins fréquentes les collisions dont les suites sont presque toujours si fatales, a décerné à M. Guérin une médaille d'or.

3° Recherches relatives aux engrais de mer, par M. Isidore Pierre.

M. Isidore Pierre, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Caen, s'est occupé avec le plus grand zèle de l'étude des *engrais de mer*. Ces travaux, en éclairant les agriculteurs sur la valeur d'un engrais dont la puissance fertilisante est si grande, ont rendu à l'agriculture un service que la Société d'encouragement a reconnu en décernant à M. Isidore Pierre la médaille d'or.

4° Enduit pour l'imperméabilisation des tissus, par M. Fritz Sollier.

Deux habiles chimistes, MM. Sacc et M. L. Jonas, avaient découvert, vers 1846 et 1848, qu'en faisant réagir sur l'huile de lin l'acide azotique dans des conditions déterminées, on arrivait à se procurer une substance élastique et d'apparence membraneuse qui fut désignée sous le nom de *caoutchouc artificiel* ou *caoutchouc des huiles;* mais l'étude de ce produit fut abandonnée presque aussitôt

Plus tard, en 1854, M. Sollier, qui s'occupe avec succès de la fabrication du caoutchouc, s'était persuadé, sans connaître les travaux précédents, qu'il arriverait à préparer avec de l'huile de lin un enduit susceptible de rivaliser avec le caoutchouc dans ses applications. Il se mit donc à l'œuvre, et, poursuivant son idée avec opiniâtreté, il parvint, par l'action de l'acide azotique sur l'huile de lin lithargirée, à composer une matière plastique douée de propriétés aussi remarquables qu'inattendues.

Cet enduit a été utilisé avec succès par M. Sollier pour la fabrication des toiles, des cuirs de sellerie et de certains articles de voyage d'une souplesse et d'une propreté qui ne laissent rien à désirer. Il s'applique sur les étoffes, le bois, la pierre, le fer et d'autres métaux, en y contractant une adhérence remarquable. Il adhère à tous les tissus sans les pénétrer ni les altérer.

En vue des applications sérieuses et variées que ce produit, vraiment nouveau, a déjà reçues, la Société d'encouragement le considère comme une création manufacturière exceptionnelle, et décerne à M. Fritz Sollier la médaille d'or.

5° Traitement du caoutchouc, par MM. Gérard et Aubert.

MM. Gérard et Aubert ont découvert un procédé qui permet de traiter le caoutchouc sans dissolvants. Après un déchiquetage mécanique et le lavage, le caoutchouc est aggloméré par pression, converti par le laminoir en feuilles sans fin, ou refoulé en tubes sans soudure. Les feuilles servent à faire des fils carrés excellents, qui remplacent fort bien les fils ronds.

On reprochait au caoutchouc vulcanisé, qui est doué pourtant de propriétés si précieuses, de devenir cassant, surtout lorsqu'on l'expose à un degré de température élevé, par exemple dans son application aux joints des générateurs de vapeur. MM. Aubert et Gérard, partant d'une théorie qui leur est propre, ont livré au commerce un caoutchouc dit *alcalin*, qui, sous le rapport de la résistance et de la ductilité, a résisté aux épreuves les plus décisives et a reçu la sanction de la pratique.

6° Appareils de précision (comparateur du mètre); soupapes en caoutchouc, par M. Perreaux.

M. Perreaux s'occupe avec talent de la construction d'appareils de précision. Le rapport de la Société d'encouragement énumère plusieurs appareils de ce genre qui ont rendu des services à l'industrie. Pour récompenser en M. Perreaux la constance du travail dans la construction des appareils de précision, et une ingéniosité remarquable dans l'étude et la conception de leurs agencements, la Société décerne à M. Perreaux la médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux.

7° Dynamomètres nouveaux, par M. Clair.

a Société d'encouragement rend justice à l'habileté de M. Clair et aux services qu'il continue de rendre à l'industrie mécanique par la construction d'execellents appareils dynamemétriques en lui décernant une médaille d'or.

II

Médailles de platine.

1° Fabrication d'engrais à titre constant, par M. Derrien.

La fabrication des engrais commerciaux peut rendre d'importants services à l'agriculture en lui livrant un supplément de matières fertilisantes; mais elle offre bien des dangers à cause de la facilité avec laquelle on peut les falsifier. Garantir aux cultivateurs un dosage constant des mêmes éléments, c'est leur donner le moyen de s'assurer si un engrais est bien loyal; c'est aussi les guider dans l'emploi qu'ils peuvent en faire. La Société d'encouragement a voulu récompenser, en lui décernant la médaille de platine, M. Derrien, fabricant d'engrais, à Chantenay, près Nantes (Loire-Inférieure), de son heureuse idée de livrer au commerce des engrais à titre constant.

2° Publication sur les habitations ouvrières, par M. Émile Muller.

L'ouvrage de M. Émile Muller sur les *habitations ouvrières agricoles* renferme des documents nombreux et importants qui ont attiré l'attention de la Société par l'intérêt extrême de leur actualité et par l'utilité qu'ils présentent. En publiant cet ouvrage, M. Muller est entré dans une voie heureuse, et c'est un acte de dévouement charitable que d'avoir osé aborder une œuvre aussi coûteuse, alors que les éléments d'un tel livre étaient aussi vagues et aussi difficiles à rassembler.

III

Médailles d'argent.

1° Objets en basalte et lave fondus, par M. Stanley.

M. Stanley a attiré l'attention publique sur la fabrication de

divers objets propres à la décoration obtenus au moyen des laves et des basaltes fondus, puis moulés. Cette industrie intéressante, que les matières trouvées sur le sol peuvent permettre d'étendre sur une grande échelle, fournit en Angleterre des matériaux d'une très-grande dureté et des revêtements d'un prix bien inférieur à celui que coûtent les ravalements ordinaires.

2° *Machine à fabriquer les tuyaux de drainage, par M. Schlosser.*

M. Schlosser a étudié les machines à fabriquer les tuyaux de drainage et est arrivé, pour ces machines, à une disposition nouvelle et fort heureuse.

La machine de M. Schlosser est à double effet, c'est-à-dire que deux pistons montés sur une même crémaillère commandée par des roues dentées refoulent successivement la terre placée dans deux cylindres horizontaux en tôle, et la forcent à sortir façonnée en tuyaux. Le nettoyage des cribles, si difficile dans les machines ordinaires, se fait d'un seul coup de racloir au moment où l'on change de cylindre.

3° *Four à cuire le plâtre, par M. Dumesnil.*

Le four à plâtre de M. Dumesnil se distingue essentiellement par une construction parfaitement raisonnée, une installation peu dispendieuse, et surtout par l'économie notable qu'il réalise, tout en produisant du plâtre de bonne qualité et d'une cuisson uniforme.

La fabrication du plâtre de bonne qualité intéresse l'entrepreneur quant à sa responsabilité, ainsi que la population tout entière quant aux dangers, toujours trop fréquents, que présentent les constructions provenant d'un plâtre fraudé ou défectueux. Or, d'après les expériences suivies par le comité des arts chimiques de la Société d'encouragement, le four à plâtre de M. Dumesnil réalise une réduction de 10 pour 100 dans le prix de vente de ce produit, sans préjudice aucun pour sa bonne qualité.

4° *Piano à sons prolongés, par M. Gaudonnet.*

M. Gaudonnet est l'inventeur d'un piano dans lequel une pédale particulière permet de tenir levés, à la volonté de l'exécutant, les étouffoirs correspondant à certaines notes. Ce mécanisme a pour objet de fournir au pianiste des ressources

nouvelles, car il permet de tenir certaines notes du chant ou de la basse d'un morceau, tandis que les autres mains restent libres d'agir sur d'autres notes et sur d'autres parties du clavier.

Le problème que M. Gaudonnet a résolu avait déjà été abordé et résolu par d'autres facteurs; mais la solution présentée par M. Gaudonnet diffère complétement de celle de ses prédécesseurs.

Le mécanisme adopté par ce fabricant a déjà été récompensé à l'Exposition universelle; depuis cette époque, M. Gaudonnet a travaillé avec persévérance à simplifier son système, et il y est parvenu. Le mécanisme ingénieux qu'il adapte à ses pianos fonctionne avec facilité et précision.

5° *Lavis lithographique, par M. Tripon.*

M. Tripon, dessinateur industriel, ancien élève de l'École des arts et métiers d'Angers, est l'inventeur d'un procédé de lavis sur pierre, donnant des imitations remarquables de lavis à l'encre de Chine.

Depuis plusieurs années, M. Tripon applique lui-même son procédé à la reproduction de planches dont les sujets sont empruntés à l'architecture et aux arts industriels. Ces lavis lithographiques, mis, par la modicité de leurs prix, à la portée des ouvriers, peuvent être introduits comme d'excellents modèles dans les écoles de dessin professionnel.

C'est surtout pour reconnaître ce service rendu à l'enseignement que la Société d'encouragement a décerné à M. Tripon une médaille d'argent.

6° *Système de clous dorés pour tapissiers, par M. Carmoy, et machines pour la fabrication de ces clous, par M. Clément Colas.*

M. Carmoy est inventeur d'un nouveau clou pour tapissier, composé d'une tige de fer sur laquelle se trouve sertie une calotte hémisphérique en cuivre, zinc ou acier. Ce nouveau clou, composé de deux métaux différents, résume, pour l'usage auquel il est destiné, tous les genres d'avantages qu'il était possible de désirer.

Mais l'usage de ce nouveau produit eût peut-être été restreint s'il se fût obtenu par les procédés manuels ordinaires.

M. Carmoy a recouru à l'assistance d'un mécanicien expérimenté pour arriver à une production manufacturière; il s'est adressé à M. Clément Colas, qui a répondu à son appel de la

manière la plus brillante ; grâce à cet habile mécanicien, une seule machine peut aujourd'hui produire vingt mille clous par jour; tout en ne laissant rien à désirer, tant sous le rapport de la durée des organes de la machine que sous celui de la perfection des produits.

La Société d'encouragement, appréciant la diversité des services rendus d'une part dans l'invention de ce produit, d'autre part dans la création de machines à l'aide desquelles on le fabrique mécaniquement, et voulant donner aux deux auteurs de ces progrès un témoignage de l'estime qu'elle fait de chacune des œuvres en particulier, a décerné à chacun d'eux isolément une médaille d'argent.

7° *Laveuse par pression*, *par M. le docteur Benet.*

M. Benet, appréciant les dangers que courent sans cesse les personnes chargées du lavage des linges de pansement dans les hôpitaux, a trouvé le moyen de les en préserver. Ce moyen consiste dans l'emploi d'un nouveau procédé de lavage agissant par pression, et dont l'action est telle que le linge, quelle qu'en soit la faiblesse, n'a à supporter que des trempages en paquet et des pressions alternatives qui ne peuvent l'endommager; en sorte que, sans le secours immédiat des mains, il est parfaitement lavé.

Le système imaginé par M. le docteur Benet présente, en outre, l'avantage d'opérer avec célérité, car, en quatre minutes, un homme, donnant soixante coups de pressoir, lave à la fois 5 kilogrammes de linge pesé sec, ou, en une journée de dix heures, un poids de linge d'environ 500 kilogrammes.

8° *Métier à faire les paillassons*, *par M. le docteur Guyot.*

Le docteur J. Guyot, administrateur intéressé du domaine de Sillery et des importantes cultures de MM. Jacquesson père et fils, est l'auteur d'un ingénieux système de paillassonnage en plein champ, applicable à la viticulture, à la culture maraîchère et espalière, à toutes les cultures délicates, et destiné à rendre un véritable service à l'industrie agricole.

Il a su résoudre, avec bonheur, l'intéressant problème de la fabrication économique des paillassons, en appliquant à cette fabrication le métier ordinaire du tisserand, auquel il a fait subir une modification très-ingénieuse qui le rend propre au

tissage grossier de la paille pour en former des paillassons solides.

Avec un métier du prix de 100 fr., établi par M. Bonnevie, qui a prêté au docteur Guyot un habile concours, on produit, au prix de 7 à 8 centimes le mètre courant, des paillassons de longueur indéfinie sur une largeur de 0m70, qui peut être variée d'ailleurs.

Les documents communiqués à la Société d'encouragement par M. Guyot ne paraissent laisser aucun doute sur les heureux effets de l'emploi des paillassons en plein champ : la culture de la vigne en particulier est appelée à en retirer d'excellents résultats.

9° *Établissements institués pour la vente de portions d'aliments à 5 centimes*, par M. Klein.

M. Klein, ancien juge au tribunal de commerce de la Seine, s'est occupé, depuis longtemps, d'une question étudiée aujourd'hui par tous les économistes : celle de l'amélioration de l'existence des classes ouvrières. Il a cherché par quelle combinaison d'une rigoureuse économie on pourrait arriver à leur fournir, au prix d'une excessive modicité, une amélioration ordinaire dont la simplicité n'exclurait pas la qualité.

La Société d'encouragement a témoigné à M. Klein son approbation et ses sympathies pour l'œuvre utile et philanthropique qu'il a créée en lui décernant la médaille d'argent.

IV

Médailles de bronze.

1° *Chalumeau à jet continu, par M. de Luca.*

M. de Luca est inventeur d'un chalumeau disposé de façon à obtenir un jet continu d'air atmosphérique sans nécessiter de la part de l'opérateur aucun effort spécial, qui ne produit aucune fatigue et n'exige pas un long apprentissage.

Entre le grand tube conique et le récipient cylindrique, dont l'ensemble constitue le chalumeau des laboratoires et celui des orfèvres, M. de Luca interpose une boule en caoutchouc vulcanisé, munie, à l'intérieur, d'une soupape qui se ferme du dedans au dehors et qui est placée à l'extrémité du tube-embouchure. Cette soupape, qui permet l'entrée de l'air, en em-

pêche la sortie par le tube adducteur. Comprimé à la fois par le souffle et la boule de caoutchouc distendue qui tend à reprendre son volume primitif, l'air s'échappe régulièrement et d'une manière continue à l'extrémité de la pointe du chalumeau, sans qu'il soit nécessaire de souffler constamment, comme on est tenu de le faire avec le chalumeau ordinaire.

2° Modérateur régulateur des lampes, par M. Troccon.

Dans les lampes dites *à modérateur*, dont l'usage est aujourd'hui universel, on a employé jusqu'ici, pour régulariser l'arrivée de l'huile dans le réservoir, malgré l'abaissement du piston et la détente du ressort, le *modérateur* de M. Franchot, qui consiste en une tige cylindrique placée à l'intérieur du tuyau d'ascension de l'huile. C'est en proportionnant aussi exactement que possible le diamètre de cette tige avec le tube d'ascension qu'on a cherché à régulariser la marche du piston; il faut que l'huile n'arrive pas en surabondance à la mèche, et qu'elle y arrive, à chaque moment, en quantité non-seulement suffisante, mais encore constante. Mais ce résultat n'est pas toujours obtenu d'une manière satisfaisante. Pour rendre parfaitement régulière et constante l'ascension du liquide combustible, M. Troccon a proposé d'adapter aux lampes un *modérateur-régulateur* à tige conique mobile, pouvant servir à régler l'ascension de l'huile selon la nature du liquide et selon les influences diverses qui peuvent agir sur la marche du piston.

Cette idée a paru ingénieuse, utile et digne de la médaille de bronze.

3° Régulateur de la lampe électrique, par MM. Lacassagne et Thiers.

Le régulateur de lumière électrique, ou lampe photo-électrique de MM. Lacassagne et Thiers, quoique volumineux et d'un poids assez fort, a paru, dit le rapport de la Société d'encouragement, devoir bien fonctionner, surtout quand il est destiné à rester à poste fixe; c'est donc une nouvelle forme de régulateur de la lumière électrique à ajouter à celles qui sont déjà connues et qui peuvent être utilisées. « Nous engageons toutefois les auteurs, ajoute le rapport, à poursuivre leurs études, surtout en vue des conducteurs en charbon qui donneraient une action uniforme, car c'est la condition essentielle à remplir pour que les appareils photo-électriques puissent fonctionner régulièrement. »

4° *Appareils pour écrire avec une pointe, à l'usage des aveugles, par M. Bruno.*

M. Bruno a combiné un appareil très-simple, d'un excellent service et d'un prix peu élevé, pour permettre aux aveugles d'écrire à l'aide d'une pointe et d'un papier à décalquer. Cet appareil, qui sera sûrement très-apprécié, surtout des personnes qui auront su écrire avant d'avoir eu le malheur de perdre la vue, mérite la médaille de bronze que la Société lui décerne.

5° *Appareils pour écrire avec des caractères d'imprimerie à l'usage des aveugles, par M. Massé.*

M. Massé, de Tours, a appliqué son esprit à combiner un ingénieux appareil avec lequel les aveugles peuvent écrire aux clairvoyants sans jamais avoir appris à écrire. Il arrive à ce résultat en faisant opérer par l'aveugle un décalque des caractères d'imprimerie. Privé lui-même de la vue, M. Massé a su combiner un appareil simple renfermant des combinaisons ingénieuses qui feraient honneur aux plus habiles mécaniciens.

6° *Appareil permettant aux aveugles d'écrire la musique, par M. Colard-Viénot.*

M. Colard-Viénot a construit un appareil à l'aide duquel les aveugles peuvent écrire la musique, comme ils tracent des caractères à l'aide de l'appareil de M. Massé. Le problème était assez compliqué pour que sa solution demandât des combinaisons multiples. Les efforts de M. Colard-Viénot ont été couronnés d'un succès que la Société d'encouragement s'empresse de reconnaître par une médaille de bronze.

7° *Pistolet-revolver; par M. Devisme.*

M. Devisme a combiné un nouveau pistolet-revolver dans lequel il a fait une heureuse application des inventions qui ont fait de la carabine des chasseurs de Vincennes une arme si remarquable. En forçant les balles sur des tiges, il a augmenté la portée du revolver, et la balle ne peut plus quitter le canon par suite de quelques secousses, inconvénient reconnu à la plupart des autres systèmes.

8° *Compas ou règle à cuber les bois arrondis*, par M. Vitard.

M. Vitard, ouvrier charpentier, employé dans les ateliers de houillères d'Épinac (Saône-et-Loire), a soumis à l'appréciation de la Société d'encouragement un instrument qu'il nomme *compas ou règle à cuber les bois ronds*. Cette Société a vu avec satisfaction qu'un simple ouvrier, assidu à son travail, ait consacré ses moments de repos à combiner un instrument que ses confrères pourront utiliser, et elle lui décerne une médaille de bronze.

9° *Lit mécanique pour malades*, par M. Pouillien.

Le lit imaginé par M. Pouillien a été employé avec succès par plusieurs malades, entre autres par M. Loke, membre du jury de l'Exposition universelle, qui en a rendu un bon témoignage, après en avoir fait usage lui-même pendant plusieurs semaines.

10° *Procédés de peinture sur zinc*, par M. Heilbronn.

Il avait été impossible, jusqu'aux recherches de M. Heilbronn, d'obtenir sur le zinc des peintures aussi solides que celles dont on revêt la tôle de fer. Cet inventeur s'est parfaitement rendu compte de la différence que présentent l'une et l'autre de ces deux surfaces. Tandis que le zinc est propre et lisse, le fer est rugueux et recouvert d'une pellicule noire qui lui est fortement adhérente. M. Heilbronn, par l'emploi intelligent de l'acide hydrochlorique faible, a réalisé sur le zinc ces deux conditions de solidité que présente la tôle de fer. Le zinc, préparé selon son système, est peint et verni au four par les procédés ordinaires.

11° *Globe flexible pour l'étude de la géographie*, par M. More.

M. More, de Gray (Haute-Saône), secrétaire de la Chambre de commerce, a imaginé un *globe terrestre* portatif, solide, quoique de grande dimension, et rendu flexible au moyen d'un mécanisme analogue à celui des parapluies. Cette idée fort simple n'avait pas encore été appliquée; M. More a construit un appareil qui réunit plusieurs avantages assez importants: économie, simplicité, solidité.

Vulgariser les connaissances géographiques, encore trop

peu repandues en France, serait un service rendu au pays; on ne saurait donc trop encourager les efforts qui sont faits dans cette direction. C'est une idée heureuse qui a inspiré les travaux de M. More, et la Société d'encouragement lui a donné un témoignage de son approbation en lui décernant la médaille de bronze.

12° *Pianos scandés, par MM. Lenz et Houdard.*

La modification apportée par ces facteurs au mécanisme ordinaire du piano consiste dans un système de pédales et de contre-pédales qui permet de produire simultanément, dans les diverses parties du clavier, les nuances les plus opposées de sonorité, et de faire ainsi dominer à volonté, suivant le développement de la pensée musicale, les basses, le médium ou les dessus de l'instrument.

Les principes mis en œuvre par MM. Lenz et Houdard ont déjà été utilisés dans la facture du piano; néanmoins, ils les ont combinés d'une façon neuve et ingénieuse; ils ont su ainsi ajouter au piano des ressources nouvelles, sans priver pour cela l'artiste des moyens habituels d'exécution.

13° *Cuisson économique des briques, par M. Tiget.*

M. Tiget, architecte, s'est occupé de la fabrication des briques, dont il a voulu rendre la cuisson plus économique. Ses procédés permettent d'employer, à la place de combustibles d'une certaine valeur, des résidus de combustibles, et les conditions toutes particulières dans lesquelles il se place lui laissent comme cendres des sortes de squelettes terreux qui ont eux-mêmes la forme de briques, et que le consommateur peut accepter comme matériaux de construction.

Nous venons de parcourir la liste des médailles d'or, de platine, d'argent et de bronze décernées par la Société d'encouragement pour récompenser les découvertes et les perfectionnements utiles réalisés dans le domaine industriel et agricole. Mais cette Société ne borne pas ses récompenses aux travaux qui appartiennent à l'initiative propre de leurs auteurs. Elle propose elle-même d'avance des sujets de prix dans l'ordre des recherches qui lui paraissent d'une sérieuse importance au point de vue des intérêts généraux de notre industrie. Il nous reste à exposer les résultats des concours

ouverts par la Société d'encouragement sur les sujets fixés par son initiative.

Les questions posées en 1856 se rapportaient :

1° Aux moyens d'étudier, de prévenir et de guérir la maladie de la vigne;

2° A l'étude des matières destinées aux constructions à la mer.

1° Concours relatif à la maladie de la vigne.

La Société d'encouragement avait proposé, concurremment avec le gouvernement :

1° Un prix de 10 000 francs pour la découverte du moyen préservatif et destructeur le plus efficace de *l'oïdium* de la vigne;

2° Un prix de 3000 francs pour l'auteur du meilleur travail sur la nature de ce redoutable fléau.

3° Divers encouragements de 1000 francs et de 500 francs, s'élevant ensemble à la somme de 6000 francs, pour les meilleures expériences ou recherches sur la nature et la cause de la maladie, sur le mode de propagation de *l'oïdium*, sur les moyens préventifs ou curatifs à employer, sur les appareils les plus propres à appliquer les procédés signalés, sur tous les faits, enfin, qui pourraient apporter des lumières nouvelles dans les diverses questions relatives à cette terrible maladie.

Trois cent soixante-dix-sept mémoires ont été adressés au bureau de la Société d'encouragement pour concourir à ce prix. Sur ce nombre, deux cent quatre-vingt-dix-huit ont été écartés au premier examen. Les soixante-dix-neuf autres ont subi une épreuve plus sérieuse, et parmi ces derniers ont été choisis ceux qui devaient mériter les récompenses proposées.

Un rapport plein d'intérêt et résumant l'historique impartial de cette question a été rédigé par M. Barral, pour établir les droits des lauréats aux récompenses de la Société d'encouragement.

Ne pouvant suivre le savant rapporteur dans l'exposé des divers travaux qui ont eu pour résultat de mettre hors de doute l'efficacité du soufre comme agent curatif de *l'oïdium* de la vigne, nous nous contenterons de citer les lignes suivantes, qui résument le résultat général des recherches entreprises à ce sujet par tant de viticulteurs et de savants, recherches qui ont été couronnées d'un succès éclatant.

« Les amis des sciences, dit M. Barral, doivent se féliciter du résultat mis en évidence par ce concours. Son plus important résultat sera de pouvoir déçlarer hautement la réalité de l'invention d'un moyen destructeur de la maladie de la vigne, à la fois *efficace, économique et d'une facile exécution*. Ce moyen destructeur est l'emploi du soufre. En présence des nombreux documents mis sous nos yeux, devant d'innombrables expériences, qui, bien conduites, ont toujours réussi, il n'est pas possible de conserver le moindre doute, la plus légère hésitation. Partout où l'*oïdium* paraît, il faut soufrer la vigne, et le soufrage, appliqué à temps et convenablement renouvelé au besoin, fait disparaître toute trace de mal; la vigne reprend toute sa vigueur, et le raisin arrive, comme autrefois, à une parfaite maturité.

« Aujourd'hui, dit M. Barral, que l'invention du procédé de guérison est faite, il est incontestable que l'idée d'employer le soufre en poudre est due à M. Kyle, de Lyton (Angleterre); que sa première application, en France, a été faite par M. Duchartre, professeur à l'ancien Institut agronomique de Versailles; que M. Gontier, de Montrouge, a appliqué en grand cet agent curatif; que M. Marès, de Montpellier, a démontré l'efficacité absolue de l'agent destructeur de l'*oïdium*, et a réglé les conditions de son emploi dans tous les vignobles. Le prix de 10000 francs a donc été, en raison de la complexité et des difficultés de la question, partagé également entre ces quatre concurrents. Il a été accordé, en outre, à M. Kyle une médaille d'or de 500 francs pour avoir fourni le premie l'idée de l'emploi du soufre.

« Le prix de 3000 francs pour le meilleur travail sur la nature de la maladie qui attaque la vigne, a été décerné à M. Marès, dont nous venons de parler.

« Enfin, la somme de 6000 francs a été partagée entre divers docteurs en médecine, chimistes, géologues, qui ont fait une sérieuse étude de la maladie et des moyens de la combattre. »

En définitive, voici le détail des différents prix accordés par la Société d'encouragement à la suite du concours ouvert sur la question de la maladie de la vigne :

1° Le prix de 10 000 francs (7000 du gouvernement et 3000 francs de la Société), proposé pour l'invention du moyen préventif ou destructeur le plus efficace pour la maladie de la vigne, a été accordé à MM. Kyle, Duchartre, Gontier et Marès, qui ont reçu chacun 2,500 francs.

2° Le prix de 3000 francs pour le meilleur travail sur la nature de la maladie qui attaque la vigne, à M. Marès ;

3° Un encouragement de 1000 francs à M. Camille Leroy, pour ses recherches sur la maladie, au point de vue de la nature du mal, et pour ses expériences sur les moyens curatifs à employer ;

Un encouragement de 1000 francs à M. Kopezinski, pour ses expériences relatives à l'emploi d'un mélange de plâtre et de soufre ;

Une récompense de 500 francs à M. Berkeley, pour son Étude de l'*oïdium Tuckerii ;*

Une récompense de 500 francs à M. Chancel pour un procédé d'essai des soufres en fleur et des soufres triturés du commerce ;

Une récompense de 500 francs à M. Albert Gaudry, pour ses recherches sur la propagation de la maladie de la vigne en Orient ;

Un encouragement de 500 francs à M. Hardy pour sa coopération aux expériences de M. Duchartre, relatives à la guérison de la vigne par le soufre ;

Des récompenses de 500 francs sont accordées à M. l'abbé Money et à M. Benoît Bonnel pour leurs expériences sur l'efficacité du soufre dans des localités très-différentes de celle où l'invention a été faite et propagée.

Des encouragements de 500 francs chacun à MM. Robonam et Lambadi pour leurs expériences sur une certaine efficacité du couchage de la vigne.

C'est l'Angleterre qui a inoculé à l'Europe la maladie de la vigne ; mais, chose remarquable, c'est aussi en Angleterre que le mal a été étudié par M. Berkeley, et c'est encore dans ce pays où le mal a pris naissance que M. Kyle a découvert le moyen efficace de le combattre. La Société d'encouragement a voulu récompenser exceptionnellement M. Kyle, en lui decernant une médaille d'or de 500 francs outre la part qui lui a été attribuée dans le prix de 10000 francs fondé à la fois par le gouvernement et par la Société.

2° Concours relatif à l'étude des mortiers déjà employés ou destinés aux constructions à la mer.

La Société d'encouragement avait mis au concours en 1856 :

1° La découverte d'un procédé pour reconnaître les matières hydrauliques susceptibles de résister à l'action de la mer, l'état de repos et d'agitation ;

2° Les études sur les mortiers déjà employés ou destinés aux constructions à la mer.

Tout le monde connaît le nom de M. Vicat et les importants et persévérants travaux qui ont conduit ce savant ingénieur à signaler les substances naturelles susceptibles de fournir des chaux hydrauliques et à éclairer la théorie de ces ciments. C'est encore le même observateur auquel la Société d'encouragement a dû la solution des questions mises au concours en 1856.

En conséquence, il a été décerné à M. Vicat :

1° Un prix de 2000 francs pour la découverte d'un procédé d'appréciation, relativement rapide, de la résistance des composés hydrauliques à l'eau de mer;

2° Un second prix, également de 2000 francs, affecté à récompenser le meilleur mémoire sur les mortiers et composés hydrauliques déjà employés ou destinés à la mer.

Prix sexennal de* 12000 *francs, fondé par le marquis d'Argenteuil, en faveur de la découverte la plus importante de l'industrie française.

Indépendamment des diverses récompenses dont nous venons de présenter le tableau en raccourci, la Société d'encouragement, dans la séance dont nous faisons connaître les résultats, a décerné le prix extraordinaire fondé par le marquis d'Argenteuil « *en faveur de la découverte la plus importante accomplie dans l'industrie française pendant un intervalle de six ans.* » Le grand prix fondé par cette donation rappelle par son objet, comme par son importance, les prix décennaux que l'Institut décernait autrefois.

Depuis l'époque de son institution, le prix fondé par le marquis d'Argenteuil a été décerné deux fois. Il a servi, la première fois, à récompenser les découvertes de M. Vicat sur la composition et la théorie des chaux hydrauliques : la seconde, à couronner les travaux de M. Chevreul sur les acides gras et la bougie stéarique.

Le prix sexennal du marquis d'Argenteuil, qui devait être décerné en 1857, a été accordé à M. Josué Heilmann, de Mulhouse, inventeur de la *peigneuse mécanique*. L'inventeur étant mort dans l'intervalle, c'est à ses héritiers que revient le prix mérité par l'illustre mécanicien que la mort a frappé.

Tout le monde sait que le peignage de la laine et du coton a dû se faire jusqu'à ces derniers temps par des opérations manuelles, au moyen de cardes de différentes formes. Josué

Heilmann a résolu le problème, inutilement tenté jusque-là, d'effectuer ce travail au moyen d'une machine.

Quelques extraits du remarquable rapport lu par M. Alcan, relatif à la *peigneuse mécanique* de feu Josué Heilmann, feront comprendre l'importance extrême de cette machine dans la fabrication générale des tissus, dont l'ensemble représente, pour la France une somme de deux milliards environ.

« Les substances textiles, dit M. Alcan, se présentent avec des caractères variés et dans divers états. Tantôt ce sont des organes définis, indivisibles, formant un duvet épais composé de fibrilles éminemment flexibles, comme celle du cotonnier. Tantôt ce sont des fibres longues, peu élastiques, divisibles à l'infini, comme la filasse du chanvre, du lin, etc. Dans les matières animales, les unes ont les brins rugueux, vrillés, de longueurs variables et tellement tassés et adhérents, qu'ils présentent une résistance considérable à la pénétrabilité; les laines, en général, sont dans ce cas. La bourre de soie et les duvets animaux possèdent, au contraire, une propriété de glissement très-remarquable.

« Quelle que soit, d'ailleurs, la nature de la substance, elle se compose d'une masse de fibres noueuses d'inégales longueurs, se croisant dans toutes les directions. Trier ces filaments, les redresser, enlever les nœuds et boutons apparents ou microscopiques, réunir parallèlement entre eux ceux d'égale longueur, enfin les diviser et les affiner lorsque la matière le comporte, telle est la tâche réservée au peignage.

« Le travail à la main est resté en possession exclusive de cette opération délicate jusque vers 1830. Ce n'est qu'à partir de cette époque que des applications sérieuses de peignage automatique ont eu lieu. Près de vingt années s'écoulèrent en essais plus ou moins heureux dont les résultats ne purent rivaliser avec ceux obtenus à la main.

« Les auteurs des nombreux systèmes de peigneuses produits depuis un demi-siècle n'ont eu en vue que l'imitation du travail à la main, et la création de machines spéciales à chaque espèce de filaments. La supériorité du peignage manuel et la diversité des caractères des matières premières expliquent l'opiniâtreté avec laquelle les plus habiles et les plus compétents ont suivi cette voie.

« Avant Heilmann nul n'avait supposé qu'un système pouvait être indistinctement appliqué aux diverses fibres, et bien moins encore que l'opération automatique distancerait bientôt

les résultats les plus perfectionnés, exceptionnellement fournis par l'ouvrier le plus habile.

« C'est en abandonnant les errements du passé que le célèbre inventeur a si remarquablement réussi. Il a imaginé deux machines : l'une ébauche le travail par le démêlage, et l'autre reçoit le produit de la première sous forme de ruban ; celle-ci le fractionne, en redresse et épure les fibres presque une à une, réunit celles d'égale longueur, les parallélise, et les soude par juxtaposition pour reformer un ruban peigné dans tous les sens. Remarquons incidemment que c'est en opérant sur des filaments en quelque sorte isolés, que l'auteur a pu se passer de l'intervention de certains éléments auxiliaires, indispensables à tous les autres procédés, et peigner la laine, par exemple, sans le secours de la chaleur.

« Les propriétés de la machine sont telles que les fibrilles les plus courtes, mêlées aux impuretés constituant les étoupes, les blousses ou les déchets du coton réservés jusqu'ici à l'action de la carde, peuvent être peignées désormais.

« Cette faculté toute nouvelle de travailler, avec un égal succès, des filaments d'une longueur quelconque, non-seulement des matières usuellement peignées, mais aussi celles qui n'avaient pas été transformées de la sorte avant l'invention Heilmann, a eu des conséquences inespérées pour l'industrie. Des rebuts sont devenus ainsi propres aux fils les plus estimés.

« L'inventeur range, par le fait, toutes les substances textiles en un certain nombre de catégories basées sur les longueurs, et pour lesquelles il établit autant de types ou formats de démêloir et de peigneuse. Le volume des organes, le règlement et l'amplitude des mouvements sont nécessairement en rapport avec les dimensions des fibres à ouvrer.

« La supériorité du système nouveau sur ceux qui l'ont précédé est si tranchée, que son emploi a été le point de départ d'une phase nouvelle de progrès dans les arts textiles en général.

« .... Par le caractère de sa dernière invention comme par l'ensemble du progrès que l'industrie lui doit, Josué Heilmann est le digne continuateur des Vaucanson, des Jacquard et des de Girard.

« Son œuvre, après avoir traversé les phases plus ou moins pénibles réservées surtout aux grandes découvertes, fait aujourd'hui le profit de toutes les nations industrielles du monde. Il fut plus heureux cependant que la plupart de ses

devanciers. A peine la contrefaçon crut-elle pouvoir se produire au loin, que les tribunaux en furent saisis. La justice anglaise n'hésita pas entre le devoir et un faux amour-propre national ; elle constata, d'une manière éclatante, les droits de l'inventeur français à l'œuvre qu'on voulait lui ravir. Ce jugement, célèbre dans les annales industrielles, restera comme une preuve de l'impartialité des magistrats anglais, et de la constatation irrécusable de l'originalité de l'invention de notre compatriote.

« L'exploitation de la nouvelle peigneuse remonte à quelques années seulement; cependant il serait difficile de se rendre compte de l'importance des résultats obtenus, si nous n'exposions un certain nombre de faits constatant les progrès dont les diverses spécialités de la filature lui sont redevables. »

M. Alcan énumère ici les résultats qu'a produits dans les différentes branches de l'industrie du tissage, l'emploi de la peigneuse mécanique.

« La découverte de Heilmann, dit en terminant l'auteur de ce rapport, réalise donc plus qu'on ne lui demandait tout d'abord; elle donne une impulsion nouvelle aux arts mécaniques, provoque une foule de recherches, alimente d'importants ateliers de constructions, et substituera bientôt, pour tous les produits ras, une méthode parfaite de peignage au travail incomplet de la carde. Elle crée, régénère et transforme, en un mot, les spécialités qui lui doivent leur prospérité. Sous quelque aspect qu'on l'envisage, elle commande, à un égal degré, l'estime de la Société, l'admiration de la science et la reconnaissance de l'industrie. »

On voit, par ces citations, que c'est bien une invention de premier ordre qui a obtenu cette année les honneurs du prix extraordinaire que la Société d'encouragement accorde à la découverte qui a le plus fortement marqué dans l'industrie dans un intervalle de six ans. Les mortiers hydrauliques, la bougie stéarique, la peigneuse, telles sont les inventions qui ont été successivement couronnées par ce prix. Nous avons la conviction que dans six ans une autre découverte de la même importance viendra mériter la même distinction, et qu'un nom glorieux de plus viendra prendre place dans cette circonstance, à côté de ceux de Vicat, de Chevreul et de Josué Heilmann.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

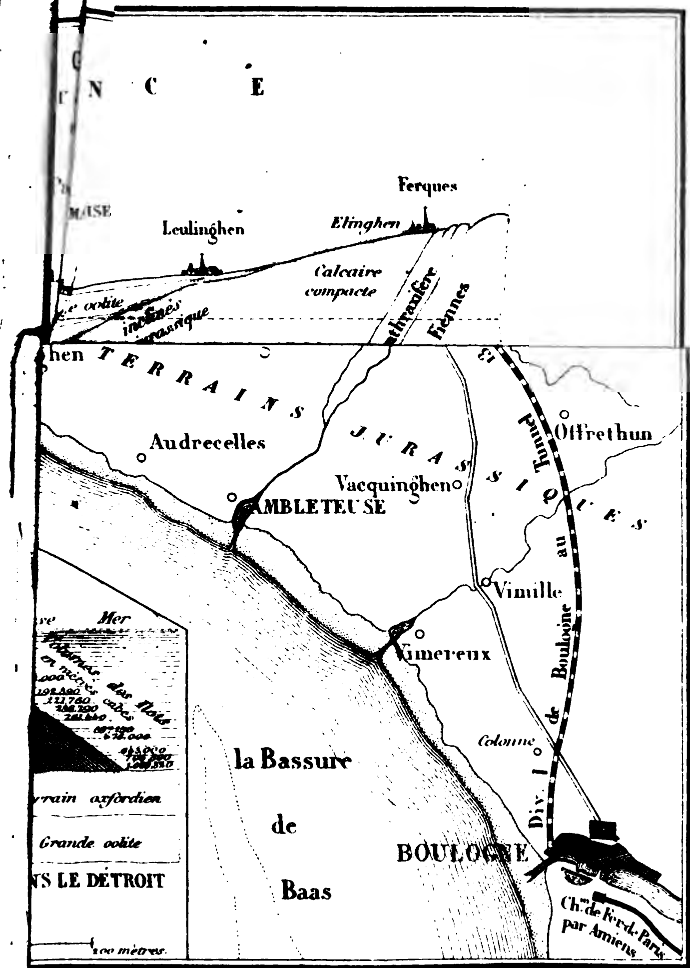
TABLE ALPHABÉTIQUE

DES PRINCIPAUX NOMS D'AUTEURS CITÉS DANS CE VOLUME.

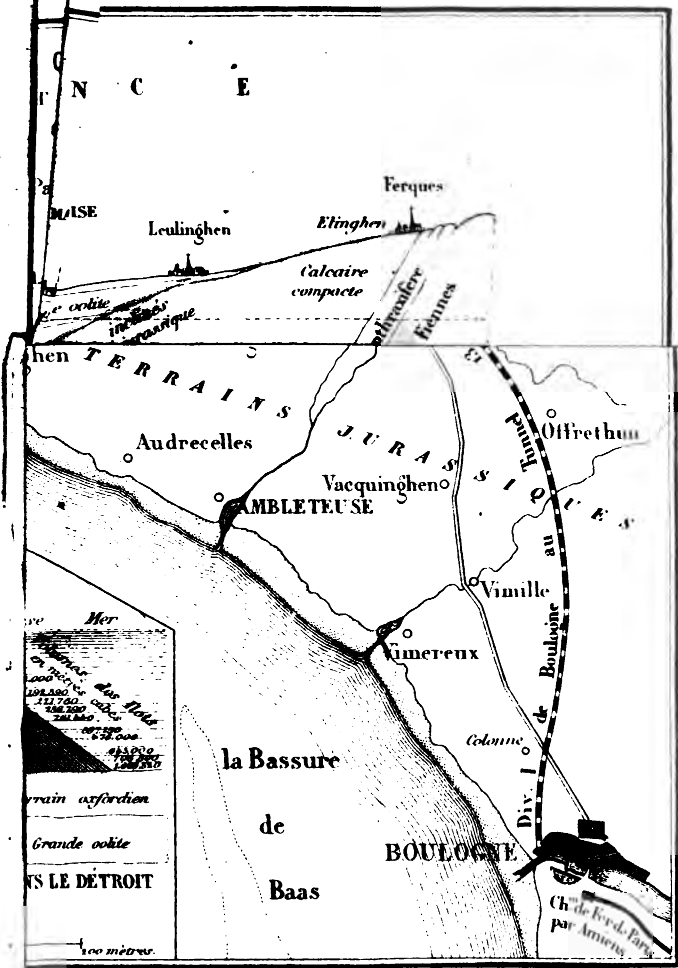
FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE.

TYPOGRAPHIE DE CH. LAHURE ET Cie
Imprimeurs du Sénat et de la Cour de Cassation
rue de Vaugirard, 9

AE .



Lith. Bineteau Paris.



Lith. Bineteau Paris.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06357 1734

